



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA  
ELÉCTRICA**

**"DISEÑO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA PARA  
INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE CONSERVACIÓN DE  
PRODUCTOS LÁCTEOS DE LA EMPRESA TONGOD  
CAJAMARCA, 2016"**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

**AUTOR:**

**CESAR AUGUSTO TOLEDO QUISPE**

**ASESOR:**

**ING. JOSÉ LUIS ADANAQUÉ SÁNCHEZ**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**DISEÑO:** Modelamiento y simulación de sistemas electromecánicos

**PERÚ - 2016**

## **DEDICATORIA**

Primero a Dios sobre todas las cosas,  
a mis padres, hermanos, familiares,  
y a todas y cada una de las personas que han  
apoyado directa e indirectamente la realización  
de este trabajo.

Cesar Toledo Quispe

## **AGRADECIMIENTO**

Especial gratitud a todas aquellas personas que permitieron el desarrollo del presente trabajo entre ellos mis docentes y en especial al señor Eligio Vásquez Malca por la disposición para brindar información y facilitar el acceso a las instalaciones de su empresa.

Cesar Toledo Quispe

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo Cesar Augusto Toledo Quispe, con DNI N° 41569686, a efecto de cumplir con los criterios de evaluación de la experiencia curricular de Metodología de la Investigación Científica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, Diciembre del 2016

Cesar Augusto Toledo Quispe

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada **“DISEÑO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE LA EMPRESA TONGOD CAJAMARCA - 2016”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO

Cesar Augusto Toledo Quispe.

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	12
1.1.1 Realidad problemática internacional	12
1.1.2 Realidad problemática nacional	12
1.2. TRABAJOS PREVIOS	14
1.2.1. Internacional	14
1.2.2. Nacional	15
1.2.3. Local	16
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA	16
1.3.1. Refrigeración.	16
1.3.2. Ciclo de Refrigeración	17
1.3.3. Cámaras frigoríficas	18
1.3.4. Sistemas de refrigeración mecánico	21
1.3.5. Refrigerantes	23
1.3.6. Conservación de alimentos	24
1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA	26
1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	26
1.5.1. Económica.	26
1.5.2. Tecnológica.	26
1.5.3. Productivas.	26
1.5.4. Ambientales.	27
1.5.5. Científica.	27
1.6. HIPÓTESIS	27
1.7. OBJETIVOS.	27
1.7.1. Objetivo general	27
1.7.2. Objetivos específicos	27
2. MÉTODO	29
2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	29
2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.	29

<b>2.3. POBLACION Y MUESTRA</b>	<b>31</b>
<b>2.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS</b>	<b>31</b>
2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos	31
2.4.2. Instrumentos de recolección de datos:	32
2.4.3. Validez y confiabilidad	32
<b>2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS</b>	<b>32</b>
<b>2.6. ASPECTOS ÉTICOS</b>	<b>33</b>
<b>3. RESULTADOS</b>	<b>35</b>
<b>4. DISCUSIÓN</b>	<b>39</b>
4.4. Presentación de resultados	39
<b>5. CONCLUSIÓN</b>	<b>42</b>
<b>6. RECOMENDACIONES</b>	<b>44</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>45</b>
<i>Anexos</i>	<b>48</b>
<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	<b>101</b>
<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS</b>	<b>102</b>

## **RESUMEN**

La presente investigación establece el diseño de una cámara frigorífica para la empresa de lácteos Tongod Cajamarca, con la finalidad de incrementar la capacidad de conservación de los productos que ésta elabora, reduciendo con ello el uso de pequeños equipos de refrigeración, con poca capacidad de almacenamiento y trabajo poco homogéneo, de tal modo que le permita incrementar su producción ya que ha llegado a un límite de crecimiento debido a estos factores.

La investigación se enmarca dentro del tipo tecnológica, sustentada en las definiciones de los principios y ciclos de la refrigeración y el uso de cámaras de refrigeración en la industria; así como en el uso de datos para cálculos para determinar las características de las cámaras frigoríficas y de los sistemas de refrigeración

El desarrollo de la propuesta parte de la observación y el análisis de las características y necesidades actuales de la empresa, que han permitido determinar el diseño de una cámara con una carga térmica de 1691 kcal con una capacidad de conservación de 5500 kg.

Palabras clave: Cámara frigorífica, refrigeración, carga térmica, conservación.



## **ABSTRACT**

This research establishes the design of a refrigeration room for the dairy company Tongod Cajamarca, in order to increase the storage capacity of the products it produces, reducing the use of small refrigeration equipment, with little storage capacity and homogeneous work, In such a way that it allows it to increase its production since it has reached a limit of growth due to these factors.

The research is framed within the technological type, based on the definitions of the principles and cycles of refrigeration and the use of refrigeration chambers in the industry; As well as the use of data for calculations to determine the characteristics of cooling chambers and cooling systems

The development of the proposal begins with the observation and analysis of the characteristics and current needs of the company, which have allowed the design of a chamber with a thermal load of 1691 kcal with a storage capacity of 5500 kg.

Keywords: Refrigeration chamber, refrigeration, thermal load, conservation.

# Capítulo I

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA**

#### **1.1.1 Realidad problemática internacional**

El comercio internacional de alimentos perecederos mueve una cifra del orden de 47,3 millones de toneladas por año, representando esto un 10,4 % de la producción total de estos productos. Existe una imperiosa necesidad de conservación de los alimentos perecederos a fin de disminuir la cantidad de mercadería que se pierde por descomposición (un 30% a un 50% se pierde en los depósitos, transporte y puntos de venta por no disponer de las condiciones adecuadas, ello se traduce en reducción de costos y gastos para los proveedores), contar con producto de elevada calidad que puedan cubrir las expectativas de los consumidores, así como las exigencias sanitarias, ello ha llevado al desarrollo de métodos, formas y sistemas de conservación. Entre los sistemas desarrollados para tal fin, se hallan la utilización de cámaras de refrigeración, como una de las formas más eficientes para conservar productos perecederos (Aguilo, 1998, parr 3).

Las cámaras de refrigeración resultan ser un método más económico que otros, debido a que sus costos, tanto por la implantación y el consumo de energía, requerido para enfriar y conservar la mercadería a una temperatura inferior al ambiente. Su importancia se ve manifiesta en el incremento de su uso a nivel mundial tanto en contenedores, bodegas de barcos, depósitos refrigerados, bodegas de producción y otros (Aguilo, 1998, parr 7).

#### **1.1.2 Realidad problemática nacional**

En nuestro país las empresas productoras de alimentos, productos lácteos, elaboración de embutidos y de carnes, necesitan de cámaras frigoríficas para refrigerar su materia prima o producto terminado. Pues la ausencia de éste puede causar descomposición y daños severos en los productos, siendo necesario para su distribución el uso transporte refrigerado como son los furgones vehículos con cámaras frigoríficas incorporadas (Ramos, 2013, p. 14).

Las empresas que cuenta con cámaras frigoríficas están aumentando la utilización tanto su tamaño y cantidad de cámaras, generando mejorar sus sistemas de enfriamiento y unidades de refrigeración. Si bien las aplicaciones tecnologías para la conservación de alimentos se encuentran en el mercado y pueden ofrecer innumerables ventajas competitivas, éstas pueden convertirse en inalcanzables para aquellas pequeñas empresas que se encuentran en zonas alejadas o incluso pueden ser desconocidas, ya sea por el costo, pocos profesionales en la materia (Ramos, 2013, p. 14).

### **1.1.3. Realidad problemática local**

Lácteos Tongod es una empresa cajamarquina dedicada a la elaboración y comercialización de productos lácteos que busca permanecer y posicionarse en el mercado local y nacional, por ello la necesidad de efectivizar los procesos productivos y de comercialización que le permitan elevar sus niveles de competitividad, mejorar la calidad de sus productos, reducir costos y gastos, racionalizar el uso de recursos y generar un menor impacto en el medio ambiente.

Entre los principales problemas que afronta la empresa en relación a su producción están:

- La demanda de sus productos se ha incrementado, pero la satisfacción de ésta se ha visto restringida debido a que sus niveles de producción se han mantenido constantes, pues; no puede incrementar la capacidad de conservación de sus productos, sobre todo antes de que éstos se encuentren aptos para su comercialización, tal es el caso de la maduración de los quesos.
- Los equipos de refrigeración que emplea (tales como congeladoras y neveras), no desarrollan un nivel de trabajo eficiente en la transferencia de energía térmica de manera homogénea.
- La capacidad de almacenamiento de sus equipos de refrigeración es reducida y no permiten comprobar fácilmente las condiciones de conservación de los productos.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

Los trabajos de investigación predecesores del presente estudio, están basados en problemáticas reales y necesidades similares en todo el mundo.

### **1.2.1. Internacional**

Salidas (2003, p. 97) en su tesis titulada “Diseño de una cámara de refrigeración para zanahoria, betarraga y repollo adaptada a las condiciones de Coyhaique, en la XI Región”, propone el diseño de una cámara de refrigeración para almacenar los productos señalados en el título, por un periodo de 8 meses a una temperatura de 0°C. Con las dimensiones de 10.64 m x 15.24 x 5.05 metros de ancho, largo y alto respectivamente; con una carga térmica de 18,4 W. Señalándose que la temperatura de trabajo del refrigerante debe ser de 5°C de evaporación y con una temperatura de 30°C de para el trabajo de condensación, en función a ellos determinó que la potencia de la unidad condensadora debe ser de 5.5 kW, que a la vez empleará el refrigerante 404<sup>a</sup>, que es capaz de remover 19,5 Kw de calor del interior de la cámara.

Celorrio (2015, p. 64) en su tesis titulada “Metodología para la reducción de la demanda energética basada en medida y verificación, eficiencia energética y energías renovables. Aplicación a procesos de frío en la industria”. Desarrolla una metodología de reducción del uso energético aplicada a los procesos de refrigeración en bodegas de producción de vinos, basada en la medida y verificación de la demanda energética, de tal modo que permita detectar oportunidades de mejora y controlar permanentemente las desviaciones del desempeño de cada uno de los procesos que intervienen en la refrigeración. Propone dentro de la metodología de análisis y control; el uso de energía renovable dentro de los procesos de refrigeración para la maceración y estabilización del vino, indicando que ello permitirá alcanzar la eficiencia, reduciendo los consumos y mejorando la competitividad organizacional.

Hernandez y Rojas (2009, p. 129) en su tesis titulada “Análisis de cálculo, diseño y mantenimiento de una cámara de refrigeración para en productos perecederos a 4°C.”. Plantean la fabricación de una cámara de refrigeración para productos perecederos que permita mantener una temperatura de 4°C,

tomando en cuenta la ubicación, condiciones ambientales, tipo de producto que conservará, y especificaciones técnicas y al mismo tiempo propone un plan de mantenimiento para ésta, que permita mantenerla en óptimas condiciones a fin de prolongar su vida útil. logrando con ello un mejor costo – beneficio a largo plazo, reducir horas muerta, disminuir pérdidas de producto y contribuir a un mejor cuidado del medio ambiente.

Aguilar, Gonzales, Ruiz y Tinetti (2012, p. 407-410) en su tesis titulada: “Propuesta de diseño de un sistema de refrigeración por absorción para mejorar la eficiencia de operación de planta de una central geotérmica”, proponen el diseño de un sistema de refrigeración empleando una disolución de bromuro de Litio y agua, identificando como principal inconveniente que la presión en los recipientes a través de los cuales circulará la solución debe ser extremadamente baja, asimismo indica que para el diseño del generador y absorbedor, es importante perfilar intercambiadores de calor a contraflujo, a fin de lograr una mejor transferencia de calor y consecuentemente tener un dispositivos más compacto y económico. Finalmente concluyen que después de realizar el análisis económico y financiero para la implementación del proyecto, este es viable, proyectando una ganancia de 16 centavos por cada dólar invertido.

### **1.2.2. Nacional**

Céspedes (2012, p. 2) en su tesis titulada “Sistema de refrigeración con capacidad de bodega para almacenar 300Kg de pescado”, propone la construcción de una cámara frigorífica en la zona de Pucallpa donde se práctica la pesca artesanal, a fin de mejorar la conservación de sus capturas, compuesto por: una unidad condensadora, refrigerante R290, un evaporador de tubo liso, tubos de cobre, un filtro, un termostato, una válvula de expansión, una válvula solenoide, un acumulador de succión, un separador de aceite, una cámara constituida por paredes de poliestireno expandido y planchas de acero galvanizado, una tina de acero galvanizado, bandejas y un soporte de tubos de acero. Finalmente concluye que los costos de los componentes del sistema, diseño e instalación ascienden a S/. 12, 253.95 nuevos soles.

Ramos (2013, p. 2) en su tesis titulada “Diseño de un Congelador continuo individual IQF con una capacidad de 200 Kg/h de Espárragos”, propone diseñar un túnel de enfriamiento continuo, con una temperatura de trabajo de -10 °C. El trabajo de diseño está dividido en dos etapas, siendo la primera el cálculo de la carga térmica y la definición de la parte estructural. En la primera etapa realiza el cálculo de calor producido por el espárrago más el cálculo producido por infiltraciones de aire, en la segunda etapa se utilizó el programa de simulación Ansys para determinar las características de los componentes del sistema de refrigeración.

### **1.2.3. Local**

A nivel local no se ha podido identificar investigaciones documentadas relacionadas al presente trabajo de investigación.

## **1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

### **1.3.1. Refrigeración.**

“La refrigeración es entendida como un proceso por el cual se busca reducir la temperatura de un espacio determinado con la finalidad de conservar determinadas sustancias o conseguir un ambiente agradable” (Whitman y Johnson, 2006, p, 26).

“Está definida como un proceso de extracción de calor que permite la conservación de los productos a baja temperatura, pero por encima de su nivel de congelación que se enmarca desde los grados -1°C hasta los 8 °C “(Whitman y Johnson, 2006, p, 26).

[...] En su forma más simple, el efecto de refrigeración es el traslado de calor de un lugar objetable a otro no objetable (Ver Anexo 02- Figura N° 1). Esto se da tanto para la refrigeración como para la calefacción. El calor es una forma de energía y solo puede trasladarse de un lugar a otro; no puede destruirse (Franco, 2006, p. 185).

### 1.3.2. Ciclo de Refrigeración

El ciclo Rankine invertido que es la base para el ciclo básico de refrigeración que hace un (fluido) refrigerante al pasar por cada componente principal. La forma más fácil de comprender este comportamiento del refrigerante es el estudio de los procesos en los que interviene en el Diagrama de Mollier (Ver Anexo 02 - Figura N° 2). (Torres, 2011, p,12)

Giménez (2005, p. 63 - 64) señala que para que se dé la refrigeración es necesario que se desarrollen una serie de procesos (Ver Anexo 02 - Figura N° 3), tales como:

“[...] **Proceso de expansión** cuando el refrigerante pasa a través del dispositivo de expansión y la temperatura del refrigerante se baja de la temperatura de condensación 50 °C, a la temperatura de evaporación -10 °C. Cuando la línea vertical A - B se extiende hacia abajo al eje horizontal, aparece una lectura de 112 Kcal/Kg, que es el contenido de calor del líquido a 50 °C. A la izquierda del punto B en la línea de líquido saturado está el punto Z, el cual se halla también a la temperatura de -10 °C [...]. Tomando un camino vertical hacia abajo del punto Z, se halla una lectura de 97,5 kcal/Kg, que es el contenido de calor del líquido a -10 °C.

**Proceso de vaporización**, se indica a través de la línea horizontal entre los puntos B y C, aquí el líquido a -10 °C absorbe suficiente calor para vaporizarse completamente y está listo para el proceso de compresión. Una línea dibujada verticalmente hacia abajo hasta encontrar la línea de entalpía, indica que el contenido de calor mostrado en  $h_c$ , es 135,5 Kcal/kg y la diferencia entre  $h_a (= h_B)$  y  $h_c$  es 23,5 Kcal/Kg que es el efecto refrigerante neto[...].

**Proceso de compresión**, denotado por la línea C - D, tramo en el cual la presión y la temperatura del vapor se incrementa de la del evaporador a la del condensador, con la suposición de que no hay ganancia de calor en la línea de succión entre el evaporador y el compresor [...]. El punto D sobre la línea de presión absoluta de condensación a 50 °C; no está sobre la línea de vapor saturado, sino a la derecha en el área de sobrecalentamiento en la intersección de la línea de 12,3 Kg/cm<sup>2</sup> y la línea de entropía constante a -10 °C (línea CD) punto cuya temperatura da aproximadamente 64 °C. Una línea vertical desde D intercepta la línea de contenido de calor en 143 Kcal/Kg la cual es  $h_d$ , la diferencia entre  $h_c$ , y  $h_d$  es 7,5 Kcal/kg de calor de compresión que ha sido añadido al vapor.



**Proceso de condensación**, representado por la línea E - A. En el punto E el refrigerante es un vapor saturado a una temperatura de condensación de 50 °C y una presión absoluta de 12,3 Kg/cm<sup>2</sup>; la misma temperatura y presión prevalecen en el punto A, pero el refrigerante está ahora en estado líquido [...]. En cualquier otro punto sobre la línea E - A el refrigerante está en la fase de una combinación líquido - vapor: más cerca al punto A, mayor cantidad de refrigerante se ha condensado al estado líquido. En el punto A todo kilogramo de refrigerante está listo para realizar nuevamente el ciclo de refrigeración, para remover calor de la carga en el evaporador [...].”

### 1.3.3. Cámaras frigoríficas

Una cámara frigorífica o de refrigeración es un recinto aislado térmicamente dentro del cual se contiene materia para extraer su energía térmica (Ver Anexo 02 - Figura N° 5). Esta extracción de energía se realiza por medio de un sistema de refrigeración. Su principal aplicación es en la conservación de alimentos o productos químicos. (Moran y Shapiro, 2005, p, 643).

“A diferencia de lo comúnmente pensado una cámara de refrigeración no enfría, sino más bien extrae la energía expresada en calor contenida en su interior, todo esto por medio de un sistema frigorífico. El objetivo del evaporador es absorber la energía térmica —expresado como calor latente— al sucederse el cambio de estado del refrigerante; mientras el líquido se va evaporando a baja temperatura al interior de este intercambiador de calor este absorbe energía térmica del aire que circula por las paredes exteriores del evaporador. A su vez, el suministro de refrigerante es controlado por una válvula de expansión “(Giménez, 2005, p, 217).

Alarcón (1998) señala que las cámaras frigoríficas necesitan el aislamiento térmico fin de minimizar la transferencia de calor por su estructura propia, para ello existe una gran variedad de materiales aislantes, entre los más utilizados de hallan el corcho expandido, el poliestireno expandido, el poliuretano, las lanas de vidrio, minerales entre otros (p 29). (Ver Anexo 03 - Tabla N° 1).

### **Ventajas de la utilización de una cámara frigorífica**

La utilización de cámaras frigoríficas en el sector productivo, ofrece una variedad de beneficios, ya que la construcción de ellos se adecua a las distintas necesidades del mercado, en relación a dimensiones, capacidad de trabajo, facilidad de montaje y otros.

Carrera (2012) señala que:

“permite mantener una limpieza y desinfección adecuada de sus instalaciones, facilita la manipulación de su contenido, permite una distribución y almacenamiento de los productos de acuerdo a las características de estos, ya que en ella se puede incluir andamios y otros elementos organizadores, pudiendo ser empleada como exhibidora al reemplazar alguno de sus paneles por vidrio” (p. 13).

#### **1.3.3.1. Cálculo de la carga térmica de la cámara frigorífica**

Morán y Shapiro (2005) señalan que la carga térmica esperada debe calcularse determinando la ganancia de calor debida a cada uno de los factores que contribuyen a la carga total, esta se calcula con una base de 24 horas y la capacidad horaria del compresor se determina dividiendo la carga de 24 horas, por la cantidad de horas deseadas de funcionamiento del compresor durante el lapso de 24 horas (p. 38).

Para cámaras frías utilizadas en refrigeración con temperaturas de funcionamiento superiores a 0 °C se debe estimar la duración horaria del equipo frigorífico en 16 horas por día, lo cual supone un tiempo de 8 horas diarias de “desescarche” del evaporado (Morán y Shapiro, 2005, p.24),

Morán y Shapiro (2005, p 25 - 30), señalan que para determinar la carga térmica de una cámara frigorífica es necesario considerar las fuentes de emisión de energía a la que estará expuesta:

“**Ganancia por transmisión de calor**, variará con el tipo de construcción, el espesor de las paredes, el área expuesta del aislamiento y la diferencia de temperaturas entre el espacio a refrigerar y el aire ambiente, la ganancia de calor es proporcional al tiempo de exposición, conductividad térmica, diferencia de

temperatura entre el espacio refrigerado y el exterior, y el área de exposición e inversamente proporcional al espesor del material [...]. Representado a través de la siguiente formula:

$$Q = \frac{A \cdot \Delta T}{e}$$

Donde:

k: conductividad térmica, característica del material en:  $k = \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

A: área expuesta en m<sup>2</sup>.

T: diferencia de temperaturas entre el interior de la cámara y el medio ambiente o ante-cámara.

e: espesor de la pared, en cm.

Q: flujo de calor a través de las paredes, techo o piso en kcal/h" (p. 25)

**“Ganancia de calor por infiltración de aire, [...] todo aire exterior que entre al espacio refrigerado debe ser reducido a la temperatura de almacenamiento, incrementando así la carga de refrigeración [...]. Además, si la humedad del aire que entra es superior al del espacio refrigerado, el exceso de humedad se condensará y el calor latente de condensación se añadirá a la carga de refrigeración “(p. 26).**

**“Carga térmica de los productos, la carga de producto es cualquier ganancia de calor debida al producto en el espacio refrigerado. La carga puede ser el resultado de un producto que viene al refrigerador de una temperatura mayor que la del área de almacenamiento, de un proceso de enfriamiento o congelación o del calor de respiración de productos perecibles [...]. La carga total de producto es la suma de los varios tipos de carga de producto de una aplicación en particular.**

$$Q_{total} = Q_{sens} + Q_{lat}$$

Donde:

$Q_{sens}$ : es el calor sensible sobre el congelamiento:  $Q_{sens} = W \cdot (T_1 - T_2)$

$Q_{lat}$ : es el calor latente sobre el congelamiento:  $Q_{lat} = W \cdot L$

$Q_{sens}$ : es el calor sensible por debajo del congelamiento:

$$Q_{sens} = W \cdot (T_1 - T_2)$$

Considerando que:

W: Peso del producto en

Kg/día

$c_p$  : Calor específico sobre el  
congelamiento  
 $L_f$  : Calor latente de fusión.

$c_g$  : Calor específico bajo  
congelamiento.  
 $T_1$ : Temperatura Inicial  
 $T_2$ : Temperatura final

: Temperatura de  
congelamiento “(p. 30).

“**Cargas suplementarias**, constituyen cualquier otra forma distinta a las mencionadas anteriormente, entre ellas se puede considerar a la energía eléctrica disipada en el espacio refrigerado a través de luces y calentadores, ya se convierte en calor y debe incluirse en la carga, los seres humanos, pues ceden calor y humedad dependiendo del tiempo de estadía, los motores eléctricos son otra fuente de carga de calor. [...]. La carga suplementaria total es la suma de los factores individuales” (p.31).

#### 1.3.4. Sistemas de refrigeración mecánico

Los sistemas de refrigeración mecánico “proporcionan un medio de transferencia de calor de un ambiente a baja temperatura a un medio exterior a más alta temperatura” (Carl y Salas, 1968, párr. 2), por medio de estos sistemas se obtiene un enfriamiento constante mediante la circulación de un refrigerante en un circuito cerrado, donde se evapora y se vuelve a condensar dentro de un ciclo.

Los sistemas de refrigeración mecánicos funcionan con dos zonas de presión determinadas por el tipo de refrigerante que se utiliza y es la temperatura que se desea manejar, la que determina el tipo de refrigerante teniendo en consideración que no todos los refrigerantes trabajan con la misma presión (Guanipa, 2010, p. 5). Los principales sistemas mecánicos de refrigeración son el sistema absorción de y el sistema de compresión:

- **Sistema de absorción:** En este tipo de sistema el gas calienta al refrigerante en el generador y luego pasa en forma de vapor al condensador, allí se licúa y fluye hacia el evaporador, que luego se reabsorbe en la disolución procedente del generador, para formar de nuevo una disolución concentrada del refrigerante (Ver Anexo 02 – Figura N°6). Guanipa (2010) indica que “en este proceso de reabsorción se produce en un recipiente llamado absorbedor, desde donde el líquido concentrado fluye de vuelta al generador para completar el ciclo “(p. 6).

- **Sistemas por compresión:** En este tipo de sistemas el refrigerante se evapora y absorbe el calor del espacio que está enfriando y de su contenido.

[...] luego, el vapor pasa a un compresor que incrementa su presión, lo que aumenta su temperatura, este gas sobrecalentado se transforma en líquido, en un condensador refrigerado por aire o agua, luego el refrigerante en estado líquido pasará por una válvula de expansión, donde su presión y temperatura se reducen hasta alcanzar las condiciones que existen en el evaporador [...] (Guanipa, 2010, p. 6) (Ver Anexo 02 - Figura N° 7).

#### **1.3.4.1. Componentes del sistema de refrigeración por compresión**

- a) **Compresor:** Es una bomba que sirve para circular el refrigerante a través del sistema, puede ser del tipo positivo, ya sea de pistón, rotatorio o centrífugo, el compresor recibe el gas del evaporador a la presión de succión y la aumenta hasta la presión de descarga, en el proceso de compresión la temperatura aumenta a tal punto que el gas alcanza una temperatura mayor que la temperatura de condensación deseada en el condensador (Ver Figura N° 8). "

"El compresor constituye el corazón del sistema de refrigeración y es el lugar donde se añade energía para proporcionar un medio para transportar el calor del cuarto refrigerado a baja temperatura, al medio exterior, a mayor temperatura". (Carl y Salas, 1968, p, 155).

- b) **El condensador:** La función del condensador es extraer el calor del refrigerante gaseoso que ingresa a alta temperatura transformándolo a estado líquido, el calor se puede extraer por aire, agua u otro fluido que circule por el exterior del serpentín del condensador (Ver Anexo 02 – Figura N° 9) (Carl y Salas, 1968, p. 157).

"El enfriamiento exterior puede hacerse por convección o por enfriamiento evaporativo, rociando agua sobre la superficie exterior, pero con el fin de hacer más económica la operación se utiliza el enfriamiento rotativo o las torres de enfriamiento. En conexión con el condensador se utiliza un recipiente, que almacena el refrigerante líquido después que ha pasado por el condensador para después

volver a recircular a través del sistema, este recibido puede ser parte del condensador o una unidad separada” (Hernández, 2009, p. 311).

- c) El evaporador:** O también conocido como serpentín de enfriamiento, este componente del sistema de refrigeración es el encargado de retirar el calor del producto “Cuando el refrigerante entra a los pasajes del evaporador absorbe calor de los productos que van a ser enfriados, y, cuando absorbe calor de la carga empieza a hervir y se vaporiza”. (Hernández, 2009, p. 308).

Los evaporadores pueden clasificarse como secos e inundados, en los evaporadores secos predomina el refrigerante en estado gaseoso, mientras que en los inundados se encuentra en estado líquido, a medida que se añade calor al refrigerante se produce el cambio de estado de líquido a gaseoso, en ambos tipos de evaporadores (Ver Anexo 02- Figura N° 10).

- d) Controles:** [...]La función que cumplen es mantener la cantidad y temperatura de refrigeración adecuada, el método principal de control está constituido por una válvula de expansión, ésta se coloca en la línea líquida a la entrada del evaporador, a medida que la temperatura aumenta, la válvula de expansión se abre para administrar más refrigerante, manteniendo una presión uniforme (Carl y Salas, 1968, p. 157).

Para sistemas de refrigeración pequeños se puede reemplazar la válvula de expansión por tubos capilares.

### 1.3.5. Refrigerantes

Éstos sirven para llevar el calor del medio frío al exterior, operan entre los estados líquidos y gaseosos a diferencia del hielo que opera entre los estados sólido y líquido, el refrigerante circula a través del sistema en tuberías cerradas y se usa continuamente (Buqué, 2008 p.58).

Algunas propiedades deseables de un refrigerante son: bajo punto de ebullición, alto calor latente, operación a presión positiva, que no sea tóxico, que no sea corrosivo, miscible con aceite y que se le pueda extraer el agua. Entre los refrigerantes más utilizados están el amoníaco, el freón, el cloruro

de metilo, cloruro de etilo, dióxido de azufre y dióxido de carbono (Ver anexo 02 – Tabla N° 6)

### **1.3.6. Conservación de alimentos**

Los seres humanos en su necesidad de contar con alimentos en tiempos de escases o con el fin de guardarlos para su posterior aprovechamiento o ya sea para transportarlos, han desarrollado diversos métodos para su conservación a fin de evitar su descomposición (Plank, 2005, p. 17).

“ Durante el almacenaje se produce modificaciones de los alimentos que disminuyen su valor y conducen a su descomposición, algunas de estas modificaciones se producen por modificaciones físicas principalmente debidas a la evaporación del agua, conllevando a la desecación, disminución de la superficie y perdida del color, alterándose el aroma, sabor y color específico o también por modificaciones en los procesos químicos y bioquímicos, ya que debido a una variedad de agentes externos – como aire, temperatura, humedad y microorganismos- los alimentos alteran su valor nutricional hasta llegar a la descomposición y perdida de su valor comercial. (Plank, 2005, p. 17).

Plank (2005, p. 23) señala que existe diversos métodos de conservación de alimentos entre ellos hace referencia a la conservación por frío y por calor y por procesos químicos.

**Conservación de alimentos por frío:** Cualquier producto perecedero necesita, de forma ininterrumpida, la acción del frío, desde la poscosecha o elaboración hasta el consumo o su uso en la industria. De ahí la importancia de contar con unas instalaciones adecuadas de almacenamiento, tanto en las zonas de producción como en las de abasto y en las industrias procesadoras de alimentos.

Orrego (2003, párr. 2) señala que “la durabilidad de un alimento no solamente depende de la temperatura de almacenamiento sino también de las condiciones del producto al momento de su obtención, de la humedad relativa de su almacenamiento, del tipo de procesamiento que ha recibido, la higiene de los procesos y el tipo de empaque que tiene. Generalmente las temperaturas de



refrigeración para la conservación de alimentos están comprendidas entre el punto de congelación del alimento (-1 °C) y 10 °C, a través de un proceso de descenso de temperatura del espacio en los que se ubican, a través de este proceso de enfriamiento se busca aumentar la vida útil del producto fresco o procesado ya que se disminuye la proliferación de microorganismos, reacciones químicas o bioquímicas que alteran las características y propiedades nutricionales “.

Ramírez (2000, p. 27 – 30) señala que la conservación de los alimentos de manera adecuada está condicionada por diversos parámetros, dentro de ellos está el coeficiente de abducción superficial, espesor de productos y embalaje (ver Tabla N° 2).

#### **1.3.6.1. Seguridad Alimentaria**

La temperatura de conservación de los alimentos debe ser la necesaria para mantener la inocuidad e idoneidad del producto durante todo su tiempo de vida útil, siendo así la temperatura de almacenamiento un tanto variable pues dependerá de la naturaleza y características del producto (Organización Mundial de la Salud, 1999, p. 205).

Para impedir el crecimiento de elementos patógenos durante el proceso de conservación es importante considerar la temperatura y el tiempo que transcurre hasta llegar a la temperatura bajo la cual se mantendrá. Los expertos señalan que, si bien los productos pueden mantenerse a distinta temperatura por sus características, estos deben 2° C y 5° C, por debajo de los 8° C, pues es a partir de esta etapa que los microorganismos pueden desarrollarse y multiplicarse con mayor facilidad (Buqué, 2008, p. 54).

Los alimentos deben conservarse durante tiempos preciso ya que distintos factores como la humedad favorecen la proliferación de hongos y bacterias. El proceso de conservación es efectivo y seguro si se mantiene las condiciones ambientales adecuadas; para garantizar su inocuidad y no crear "clima favorable", que permita por ejemplo el desprendimiento de olores, es por ello es importante que las equipos o instalaciones destinadas para tal fin también poseas facilidades para su limpieza y mantenimiento.

#### **1.4. FORMULACION DEL PROBLEMA**

Partiendo de los antecedentes de investigación se enmarcará la investigación dentro de la siguiente interrogante

¿De qué manera se puede incrementar la capacidad de conservación de los productos, de la empresa de lácteos Tongod- Cajamarca?

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO**

##### **1.5.1. Económica.**

De concretizarse la implementación de esta cámara frigorífica permitirá la reducción de costos operativos y de mantenimiento, reducción en el uso de equipo y máquinas, y ayudará a disminuir la merma en los productos que se produce ya sea por falta o deficiente capacidad de refrigeración. Permitiendo así el incremento de la productividad organizacional, tanto en nivel de producción mensual y el ahorro de recursos.

##### **1.5.2. Tecnológica.**

La aplicación tecnológica de refrigeración, a través de la implementación de una cámara frigorífica en la empresa Tongod Cajamarca es una necesidad, pues su incorporación permitirá la reducción de actividades en el proceso productivo, incrementando su automatización ya que permite reducir tiempos y movimiento en el trabajo, eliminando tareas y simplificando las labores de sus colaboradores.

##### **1.5.3. Productivas.**

Una cámara frigorífica aplicada al sector productivo de la empresa Tongod Cajamarca, constituye un elemento indispensable para la eficiencia productiva, pues permiten el procesamiento, conservación y transporte de los alimentos perecederos en condiciones de inocuidad alimentaria, prolongando su vida útil, características y propiedades nutricionales. Ofreciendo con ello productos de elevada calidad para sus clientes.

#### **1.5.4. Ambientales.**

Con este sistema de refrigeración, la empresa Tongod Cajamarca podrá reducir el consumo energético que actualmente tiene, contribuirá a la reducción de gases contaminantes que son producidos por los equipos de trabajo actuales, asimismo; permitirá que la empresa genere menos desechos al reducir el deterioro de sus productos.

#### **1.5.5. Científica.**

Con el presente estudio se generará antecedentes para futuros proyectos de similares características, permitiendo conocer, su forma de aplicación, utilidad, beneficios y problemas que puedan presentar, a fin de mejorarlos de acuerdo a las necesidades del mercado, características de los productos del sector y las condiciones geográficas.

### **1.6. HIPÓTESIS**

El diseño de una cámara frigorífica permite incrementar la capacidad de conservación de la empresa de Lácteos Tongod con la finalidad de prolongar la vida útil de los productos que elabora.

### **1.7. OBJETIVOS.**

#### **1.7.1. Objetivo general**

Diseñar una cámara frigorífica para incrementar la capacidad de conservación de los productos Lácteos de la empresa Tongod – Cajamarca.

#### **1.7.2. Objetivos específicos**

- Determinar las características y condiciones de funcionamiento de la planta de producción de Lácteos Tongod.
- Analizar las necesidades crecimiento de producción anual.
- Calcular y diseñar el tipo de cámara frigorífica.
- Evaluar económicamente del diseño de la cámara frigorífica.

# Capítulo II

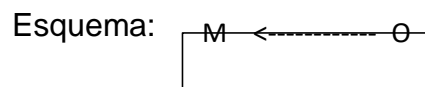
## **2. MÉTODO**

### **2.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

La presente investigación será de tipo tecnológica, pues a partir de las prescripciones, normas y procedimientos propuestos por la investigación científica aplicada se busca conseguir propósitos prácticos a través de la producción de instrumentos y máquinas.

Esta investigación es cuantitativa de carácter descriptiva – propositiva, no experimental, pues pretende realizar una descripción y explicación de la situación actual de la empresa con el fin de diseñar una cámara frigorífica, elementos que permitirán la mejorar de la eficiencia y competitividad empresarial.

Diseño descriptivo simple.



Explicación: M, representa la muestra de estudio.

O, son los datos u observaciones de la muestra.

### **2.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN.**

#### **2.2.1. Variable independiente**

- Diseño de una cámara de refrigeración

#### **2.2.2. Variables dependientes**

- Conservación de productos.

Variable independiente	Definición conceptual	Dimensiones operacionales	Indicadores	Escala de medición
<b>-Variable independiente:</b> Cámara frigorífica	Es un recinto aislado térmicamente, dentro del cual se contiene materia para extraer su energía térmica, está la conservación de productos perecederos por medio de la recirculación de aire frío (Moran y Shapiro, 2005, p, 643).	La función principal de una cámara frigorífica es la de almacenar y conservar las materias que contiene, en condiciones de inocuidad de modo que no pierda su valor comercial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura de trabajo</li> <li>- Capacidad de almacenamiento.</li> <li>- Consumo de energía</li> </ul>	<6 °C – 7°C> Intervalo < 5000 Kg – 5500kg > Intervalo <0.8 Kw- 1.248Kw>
<b>Variable dependiente:</b> Capacidad de Conservación de productos	Constituye un conjunto de proceso que busca evitar la descomposición de los alimentos, a fin de guardarlos para su posterior aprovechamiento, transporte o almacenaje (Plank, 2005, p, 17)	Es la capacidad para prolongar la vida útil del producto manteniendo sus propiedades físicas y químicas a fin de que sean aptas para el consumo.	Tiempo de vida útil  Humedad relativa Consistencia	< 2 meses – 4 meses> Intervalo <65% – 75%>

## **2.3. POBLACION Y MUESTRA**

### **2.3.1. Población**

La población determinada para el presente trabajo de investigación está determinada por la cantidad de cámaras frigoríficas, y los tipos de cámaras según sus temperaturas de trabajo, y para este estudio se toma como población las cámaras frigoríficas para refrigerar productos lácteos.

### **2.3.2. Muestra.**

La muestra se ha determinado a partir de un **muestreo no probabilístico intencionado o por conveniencia**. Por ello como muestra se ha considerado desarrollar la investigación en la empresa de productos Lácteos Tongod, ubicada en el distrito de Cajamarca.

## **2.4. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**

### **2.4.1. Técnicas de Recolección de Datos**

Debido a la naturaleza de la investigación se ha considerado el uso de las siguientes técnicas de recolección de datos:

#### **a) Fuente primaria.**

- **La entrevista:** Permitirá obtener información directa. La investigación considera la aplicación de entrevistas al propietario y trabajadores de la empresa, a fin de identificar las condiciones y necesidades actuales de la planta y; así poder determinar las características del sistema que se pretende proponer.
- **La observación directa:** Será realizada por el investigador durante las visitas en la empresa, a fin de contrastar lo indicado en las entrevistas y lo verificado in situ; así como también completar la información que no haya podido ser obtenida a través de otras técnicas de recolección de datos.

**b) Fuentes secundarias.**

- **Análisis documental y revisión bibliográfica:** constituye una forma de obtención de información sistematizada de obras especializadas en el tema de investigación que proporcionaran las bases teóricas sobre las cuales se elaborará el diseño, guiando y delimitando el trabajo que se debe desarrollar.

**2.4.2. Instrumentos de recolección de datos:**

- **Guía de entrevista estructurada:** Se empleará para llevar a cabo la entrevista a fin de recolectar información de las condiciones actuales de la empresa en relación a sus procesos de conservación de sus productos.
- **Guía de observación:** Servirá para contrastar lo indicado a través de la entrevista, con la observación directa, permitirá identificar las características bajo las cuales se diseñará la cámara frigorífica.

**2.4.3. Validez y confiabilidad**

- **Validez:** el presente trabajo de investigación se validará a través del diseño de una cámara frigorífica que mejore el proceso de conservación de los productos elaborados por la empresa de Lácteos Tongod, considerando que se empleará la información obtenida de las fuentes primarias y secundarias.
- **Confiabilidad:** la presente emplea instrumentos validados por distintos autores que han realizados estudios vinculados al tema; por ende en el desarrollo del trabajo se ha citado cada uno de los aportes tomados de los distintos autores

**2.5. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS**

La evaluación y análisis de la información se ha realizado a través de cuadros y gráficos con su respectiva interpretación, siguiendo la secuencia que se presenta a continuación.



- **Revisión y consistencia de la información:** en este paso se revisará y depurará la información contradictoria o dudosa, que se haya generado por descuido en el llenado de los instrumentos de recolección de datos o porque el informante haya proporcionado datos falsos.
- **Codificación de datos:** En este paso se procederá ordenar agrupar clasificar y ubicar los datos en tipos, escalas o categorías; siendo necesario la transformación de datos verbales en símbolos numéricos, mientras sus características lo permitan.
- **Tratamiento estadístico:** La información se procesará en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, a partir de lo cual se elaborará cuadros y gráficos que sirvan para interpretación de los resultados, así como para la discusión de los resultados, y la elaboración del diseño

## 2.6. ASPECTOS ÉTICOS

Se guardará confidencialidad y reserva de la información y documentación a la que se tenga acceso cuya divulgación pueda generar daño o perjuicio a la empresa quedando prohibida revelarla sin autorización previa del propietario. Asimismo, se mencionará las fuentes de obtención de información, citando debidamente a sus autores a fin de no vulnerar sus derechos como titulares.

# Capítulo III

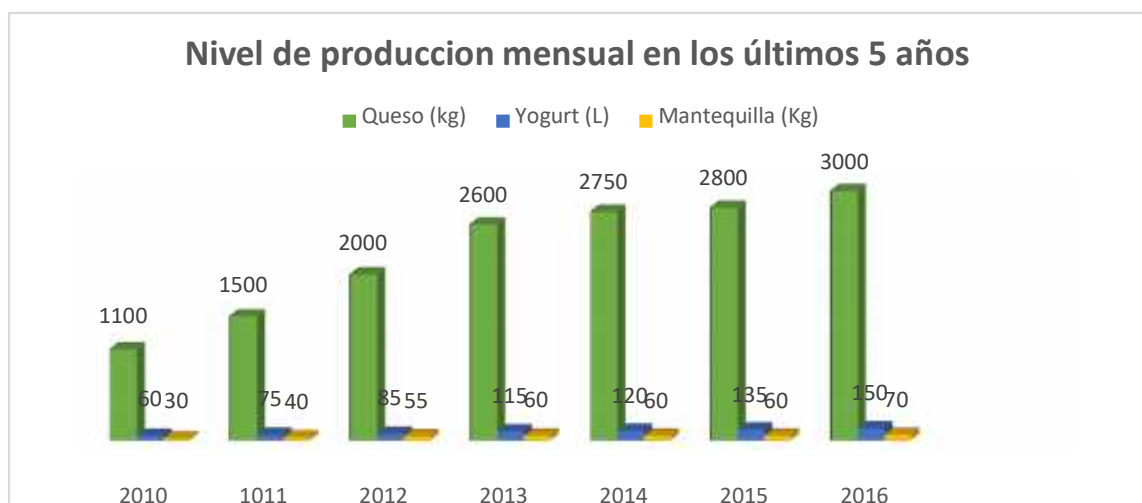
### 3. RESULTADOS

#### 3.4. Objetivo 1: Determinar las características y condiciones de funcionamiento de la planta de producción de Lácteos Tongod.

- La empresa cuenta con una planta de producción y comercialización de queso, yogur, mantequilla y manjar blanco.
- En ella laboran 14 personas de las cuales 3 de ellas están encargadas de almacenar, revisar y despachar los productos en que se encuentran en refrigeración.
- Emplea congeladoras y refrigeradoras para el procesamiento y conservación de los productos, ubicadas en un ambiente exclusivo con dimensiones de 5.6m de largo, 3.6m de ancho y 2.5 m de alto.
- Dos veces por semana se realiza la redistribución de los productos en los equipos de refrigeración a fin de homogenizar la temperatura de estos.
- Tiene una capacidad real de almacenaje de 2500 Kg mensuales
- Sus productos son almacenados a una temperatura promedio de 6°C.
- Espacios no se encuentran correctamente distribuidos.

#### 3.5. Objetivo 2: Analizar las necesidades crecimiento de producción anual.

A partir de los datos recolectados se muestra la información del crecimiento de la producción en los seis años anteriores



(Fuentes: Entrevista aplicada a representante de la empresa de lácteos Tongod, setiembre de 2016)

De acuerdo a la información recopilada se puede apreciar que desde el año 2010 a la fecha, el crecimiento de los niveles de producción ha sido paulatino, llegando a crecer en un 172% en el nivel de producción de quesos, 150% en el de yogurt y de 133% en el de mantequilla, esto en gran medida por el auge económico de la región entre los años 2010 y 2013, pero que al mismo tiempo se ha visto desacelerado por los distintos problemas sociales presentados en los años próximos pasados.

Si bien distintos factores han limitado el crecimiento de los niveles de producción, se proyecta el ingreso a nuevos mercados, sobre todo en el mercado quesero, pues este producto posee una alta demanda tal y como se lo puede apreciar. En tal sentido la proyección del crecimiento de la producción (ver detalle en Anexo N° 04) hacia seis años será la siguientes:

PROYECCION DE CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN (Promedio mensual x Año)						
Producto	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Queso (kg)	3542	3865	4188	4511	4834	5157
Yogurt (L)	165	180	195	210	225	240
Mantequilla (Kg)	78	84	90	96	102	108

Esta información deberá considerarse referencial en cuanto las condiciones del mercado de mantengan estables, pues distintos factores pueden ocasionar cambios en la proyección.

### **3.6. Objetivo 3: Cálculo y diseño de la cámara frigorífica** (Ver detalle en Anexo N° 05).

#### **3.6.1. Determinación de los parámetros de diseño**

- *Producto a refrigerar:* queso, yogurt y mantequilla.
- *Temperatura de trabajo:* 6 °C
- *Número de personas que manipulan directamente el producto:* 3
- *Horas por día que trabajan:* 4h
- *Temperatura del producto antes de su conservación:* 27 °C.
- *Temperatura del entorno y humedad relativa:* 31 °C y 70% HR
- *Proyección de dimensiones de la cámara a construir:* 5.6m de largo, 3.6 m de ancho y 2.5 m de alto.
- *Material aislante a emplear para la construcción de la cámara:* Poliuretano expandido de 10 cm de espesor

### 3.6.2. Determinar la carga térmica: $Q_{TOTAL}$

Se determinará la carga térmica baja la cual funcionará la cámara, entendiéndose que ésta es igual a la sumatoria de las fuentes de calor causadas por transmisión de calor, infiltraciones de aire, cargas de los productos y cargas suplementarias

a) Transmisión de calor = 456 /h con aislamiento

b) Ganancia de calor por infiltraciones de aire = 617 /h

c) Carga térmica de los productos  $Q_p = 488$  /h

d) Cargas suplementarias = 130 /h

**CARGA TÉRMICA TOTAL DE LA CÁMARA:  $Q_{TOTAL} = 1691$  /h**

### 3.6.3. Determinación de los componentes del sistema de refrigeración

A partir de las condiciones necesarias de trabajo de la cámara frigorífica se ha determinado que los siguientes componentes cumplirían cabalmente sus funciones para el sistema de refrigeración requerido. (ver detalle en anexo N° 4)

COMPONENTES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN			
Cantidad	Componente	Modelo	Observación
02 Unid	Unidad condensadora	OP-HJZ019D49V	Ventilador 220v-60Hz-1Ph
01 Unid	Evaporador	F45HC 1312-E7	LUVE 220v 60Hz 1Ph
01 Unid	Válvula de expansión	T2 - 1	Conexiones 3/8 – 1/2 -1/4
02 Unid	Válvula Solenoide	EVR 3	220v-60Hz-5W
02 Unid	Visor de Liquido	SGP 16s	Conexión flare 3/8
01 Unid	Filtro secador	DML 0.63	Conexión roscado 3/8
01 Unid	Controlador Digital	EKC 102	220v 0.5amp relé
10 m	Tuberías	DIN-EN 22	Cobre D.E 3/8
10 m	Tuberías	DIN-EN 22	Cobre D.E 3/4
10 Unid	Codos de cobre	Para soldar	-
5 Unid	Uniones de cobre	Para soldar	-
01und	Gas R 134a	freón	Botella 13Kg
02	Manómetros	Alta y baja presión	-

### 3.6.4. Determinación de los componentes de la cámara frigorífica

Cantidad	Componente	Descripción
09 Unid	Paneles de poliuretano	110 m x 5m x 0.10m
12 Unid	Ángulos de aluminio	de 2"x 2"x 1/16 "
04 Unid	Perfil U de aluminio	4" x 236"
20m	Cortina de lamas	200mm transparente
60 Unid	Tarugos	de 3/8 x 1/2
60 Unid	Tornillo tirafon	de 1/4 " x 1 "
06 Unid	Silicona color blanco	200ml
04 Unid	Perno esparrago	de 3/8" inoxidable x 39"
16 Unid	Tuerca	de 3/8" inoxidable
16 Unid	Anillo plano	de 3/8 " inoxidable
02 Unid	Equipo fluorescente	220v-60Hz-36W
04 Unid	Bisagras	4 "

### 3.7. Objetivo 4: evaluación económica del diseño de cámara

El costo total de la inversión para implementar la cámara de refrigeración será de S/. 29, 553.00 nuevos soles de acuerdo al siguiente detalle:

COSTO TOTAL	
Componentes del sistema de refrigeración	S/.16,012.00
Componentes de la cámara	S/ .9,431.00
Costo de mano de obra	S/.3,250.00
Imprevistos (3%)	S/.860.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/.29,553.00</b>

De acuerdo al cálculo del valor actual neto anual (85399.04), se señala que el proyecto de inversión sería rentable para la empresa en el caso de ejecutarse.

## **4. DISCUSIÓN**

### **4.4. Presentación de resultados**

En el diseño de la cámara frigorífica para productos lácteos, se ha planteado de acuerdo a la disposición del ambiente, necesidades actuales y futuras de la empresa.

El cálculo se ha planteado considerando una capacidad de almacenamiento de 5500kg con las siguientes dimensiones 5.6 x 3.6 x 2.5 metros de ancho, largo y alto respectivamente, ya que se necesita un volumen de 38 m<sup>3</sup> para almacenar los 5500 kg, y actualmente el espacio señalado nos ofrece un volumen de 50 m<sup>3</sup>, la disposición de los componentes del sistema de refrigeración se realizará según el detalle que señala el siguiente plano. (ver detalle en anexo N° 7)

La carga térmica total de la cámara de refrigeración será de 1691 kcal/h o 6700 BTU/h, que es la sumatoria de la carga por transmisión (456kcal/h), por la carga por infiltraciones de aire (617 kcal/h), por la carga de los productos (488kcal/h), y las cargas suplementarias (130 kcal/h).

La estructura de la cámara estará compuesta por planchas de poliuretano expandido de 10 cm, tanto para las paredes y techos unidas y fijadas por ángulos de aluminio de 2" x 2" x 1/16", y del mismo material serán las puertas de ingreso y salida. Dentro de la cámara se instalarán dos equipos fluorescentes de 36 W, para brindar la iluminación requerida. Además de contar con un control digital, para verificar datos exactos relacionados a temperatura y humedad relativa.

Los parámetros de operación de la cámara frigorífica para la carga térmica a procesar y los equipos seleccionados, son los siguientes: temperatura de condensación, 35 °C; temperatura final del producto

en el centro térmico, 6 °C; temperatura ambiente de diseño, 31 °C, humedad relativa del 70%

La cámara tendrá como componentes principales una unidad condensadora (8982 BTU/h), un evaporador (8600 BTU/h), y válvula de regulación termostática, además de emplear filtro secador, controles de temperatura o termostatos, válvulas de paso, válvulas solenoides y visor líquido, además; de los componentes eléctricos.

Se ha seleccionado tetrafluoroetano (R134a) como refrigerante, pues posee un COP (2.11) mayor en comparación de otros refrigerantes que pueden ser empleados para los mismo componentes de refrigeración además de poseer un valor de ODP (Ozone Depletion Potential) de cero y por ende no genera un impacto negativo en la capa de Ozono ni en los seres humanos en caso de fugas, además; de ser compatible con los equipos que forman parte del sistema de refrigeración y de encontrarse con mayor facilidad en el mercado.

El costo total de la inversión para implementar la cámara de refrigeración será de S/. 29, 553.00 nuevos soles, teniendo como VAN S/. 85399.04, por lo que es rentable implementar el presente proyecto

La teoría refiere que los usos de equipos de refrigeración industriales suponen el ahorro de energía, mayor seguridad en el manejo alimentario, mejor disposición de los productos a conservar, en nuestro caso, esto se confirmara algunos de estos aspectos tal como podemos observar en el siguiente cuadro: (ver detalle en anexo N° 7)

Además, podemos señalar que el uso de las cámaras frigoríficas permite controlar de manera exacta la temperatura bajo la cual estará trabajando, ya que con las neveras y congeladoras no ofrece la facilidad y seguridad de estar trabajando a una temperatura adecuada ya como lo señala Hernández. Además de ofrecer la posibilidad de



ofrecer un mantenimiento más sencillo que su desarrollo no supondría en deterioro del producto.

La cámara frigorífica nos ofrece la posibilidad de disponer del espacio de la manera más óptima, ya que en ella podemos ensamblar andamios para una mejor disposición e identificación de los productos almacenados, requiriendo menor número de personas y horas de trabajo para su manipulación.

El uso de las cámaras de refrigeración permite mejorar las características de inocuidad de los productos debido a la implementación de equipos tecnológicos que brinda información inmediata y exactas, que permite una mejor toma de decisiones

## 5. CONCLUSIÓN

1. La empresa Lácteos Tongod está dedicada a la elaboración y comercialización de productos lácteos, siendo el queso su producto bandera, sus condiciones de infraestructura son la principal limitante para su crecimiento, ya que los equipos que emplea no permite el incremento de la producción, pues suponen el incremento de horas hombre para rotar la ubicación de los productos dentro de cada uno de estas neveras y congeladoras a fin de mantener una temperatura homogénea y así lograr que los productos no se dañen durante el proceso productivo, además de suponer que cada uno de estos equipo tiene una capacidad limitada de almacenaje, que en total suman 2500, siendo su demanda actual de 3000 kg mensuales..
2. El crecimiento de la producción de Lácteos Tongod ha presentado variaciones notables en los últimos años, sobre todo en el mercado de los quesos, influido por factores externos que han impactado el mercado de la región, llegando por ejemplo a casi duplicarse la demanda de quesos, entre el 2010 y el 2012, en los años siguientes ha existido variaciones menos drásticas. Se proyecta un crecimiento anual del 12.3% para los siguientes años si las condiciones del mercado se mantienen. Por lo que de implementarse la cámara refrigeración esta cubriría cabalmente las necesidades de la empresa hasta los seis siguientes años.
3. El diseño de la cámara de refrigeración se ha propuesto con base a una dimensión de 5.6 x 3.6 x 2.5 metros de largo, ancho y alto respectivamente, para una capacidad de 5500 KG, cuya temperatura de trabajo será de 6°C y su carga térmica de 1691 kcal/h. Su estructura estará construida con planchas de poliuretano expandido de 10 cm, tanto para las paredes, techos y puertas, mientras; que el sistema de refrigeración estará constituido por dos unidades condensadoras de (8982 BTU/h), dos filtros secadores y una válvula de regulación

termostática como componentes principales, además de emplear tetrafluoroetano (R134a) como refrigerante.

4. La implementación de la cámara frigorífica supondría una inversión ascendente a S/. 29 553.00 nuevos soles, que incluye los costos de mercado de la estructura de la cámara, de los componentes del sistema de refrigeración, los accesorios para el ensamblaje de la cámara de refrigeración y la mano de obra para instalación y puesta en marcha. De llevarse a cabo la inversión se considera esta rentable pues la determinación del valor actual neta es positiva. Y cuyo periodo de recuperación es de 3 meses.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Se sugiere que en las instalaciones de producción se implemente el uso de extractores de aire a fin de reducir la temperatura del ambiente y tener menor carga térmica por infiltraciones de aire mejorando así la eficiencia de trabajo de la cámara de refrigeración
- De implementarse la cámara de refrigeración se sugiere llevar un formato de control diario de la temperatura y presiones de trabajo a fin de conocer las posibles deficiencias que pudiesen existir en el sistema de refrigeración o en algunos de los componentes.
- Desarrollar capacitaciones para el personal que operará la cámara a fin de proporcionar la información necesaria sobre su funcionamiento, medidas preventivas y correctivas para su cuidado y conservación.
- Implementar el uso de andamios de acero inoxidable para el almacenamiento de los productos con ello se logrará una mejor distribución del espacio físico dentro de la cámara y una mejor recirculación de aire frío en los productos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **AGUILAR, Douglas; GONZALES, Esmael; RUIZ, Nery; TINETTI, Oliver;**. Propuesta de diseño de un sistema de refrigeración por absorción para mejorar la eficiencia de operación de planta de una central geotérmica. El Salvador : Universidad de El Salvador, 2012. 435 pp.
2. **AGUILÓ, Roberto Ricardo.** Refrigeración y aire acondicionado su importancia e impacto en el medio ambiente. [www.termosistemas.com.ar](http://www.termosistemas.com.ar). [En línea] 08 de 1998. [Citado el: 20 de 07 de 2016.] <http://www.termosistemas.com.ar/sitio/vernota.php?nota=197>.
3. **CARRERA, Martín.** Cámaras Frigoríficas. <http://www.martincarrera.com/>. [En línea] 05 de 09 de 2012. [Citado el: 25 de 07 de 2016.] <http://www.martincarrera.com/2012/09/camaras-frigorificas.html>.
4. **CARL, Hall y SALAS, Freddy.** Equipos de procesamiento para productos agrícolas. Lima : lica, 1968. 220 pp.  
  
CN 68-57923.
5. **Organización Mundial de la Salud.** Codex Alimentario. 2006.
6. **CELORRIO, Ruben.** Metodología para la reducción de la demanda energética basada en medida y verificación, eficiencia energética y energías renovables. Aplicación a procesos de frío en la industria. [Tesis, doctorado en Ingeniería Mecánica]. España : Universidad de la Rioja, Facultad de Ingeniería Mecánica, 2015. 64 pp.
7. **ALARCÓN, José.** Tratado practico de refrigeración automática. Barcelona : Marcombo S.A, 1998. 439 pp.  
  
ISBN 84-276-1465-7.
8. **BUQUÉ, Francesc.** Manuales practicos de refrigeracion. Barcelona : Marcombo S.A, 2008. Vol. Tomo IV. 204 pp.  
  
ISBN 978-34-267-1465-7.

9. **CÉSPEDES, Rodolfo.** Sistema de refrigeración con capacidad de bodega para almacenar 300Kg de pescado. [Tesis, título en Ingeniería Mecánica]. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2012. 64 pp.
10. **FRANCO, Juan.** Manual de refrigeración. Barcelona : Editorial Reveté S.A, 2006. 235 pp. ISBN 84-291-8011-7.
11. **GIMENEZ, Richard.** Frio Industrial 2: Mantenimiento y servicios a la producción. Barcelona : Marcombo, 2005. 434 pp.  
ISBN 978-84-267-1611-8.
12. **GUANIPA, Gelys.** Sistemas de Refrigeración. Venezuela : Universidad Nacional Experimental “Francisco de Miranda”, Programa de Ingeniería mecánica, 2010. 22 pp.
13. **HERNANDEZ, Eduardo.** Fundamentos de aire acondicionado y refrigeración. Mexico : Limusa, 2009. 464 pp.  
ISBN 978-968-18-0604-0.
14. **HERNANDEZ, Gleen y ROJAS, Eduardo.** Análisis de cálculo, diseño y mantenimiento de una cámara de refrigeración utilizando en productos perecederos a 4°C. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Electricidad. Mexico D.F., 2009. 135 pp.
15. **LAPUERTA, Maguin y ARMAS, Octavio.** Frio Industrial y aire acondicionado. Cuenca : Ediciones de la Universidad de Castilla - La Mancha, 2012. 317 pp.  
ISBN 978-84-8427-967-9.
16. **MORÁN, Michael y SHAPIRO, Howard.** Fundamentos de termodinámica técnica. 2da ed. Barcelona : Editorial Reveté S.A, 2005. 875 pp.  
ISBN 84-291-4313-0.
17. **ORREGO, Carlos.** Procesamiento de alimentos. Colombia : Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, 2003. 323 pp.  
ISBN 958-9322-80-8.

18. **PLANK, Rudolf.** Empleo del frio en la Industria de la Alimentación. Barcelona : Reverte, 2005. 805 pp.  
ISBN 84-291-8010-9.
19. **RAMIRES, Juan.** Nueva enciclopedia de la climatización: Refrigeración. Barcelona : Ediciones CEAC, 2000. Vol. I. 375 pp.  
ISBN 84-329-6542-1.
20. **RAMOS, Geancarlo.** Diseño de un congelador continuo individual IQF con capacidad de 200Kg/hr de espárragos. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2013. 92 pp.
21. **SALDIAS, Eugenio.** Diseño de una cámara de refrigeración para zanahoria, beterraga y repollo adaptadas a las condiciones de Coyhaique, en la XI Región. Valdivia : Universidad Austral de Chile, 2003. Tesis. 132 pp.
22. **TORRES, Rodolfo.** Principios de refrigeración. Veracruz : Instituto Tecnológico De Minatitlan, 2011. 27 pp.
23. **WHITMAN, William y JOHNSON , William.** Tecnología de la refrigeración y aire acondicionado I. Magallanes : Thomson editores, 2006. 342 pp. ISBN 84-283-2657-6.

# Anexos



## ANEXO N° 01: Instrumentos de recolección de datos

### Guía de entrevista estructurada aplicada al representante de la empresa de Lácteos Tongod Cajamarca.

INFORMACION DEL ESTABLECIMIENTO	
Nombre o razón social	
Productos Lácteos Tongod E.I.R.L	Ruc: .....
Ubicación del establecimiento	
.....	
Distrito: ..... Provincia: ..... Departamento: .....	
Responsable del establecimiento:	
.....	
Cargo: .....	
Responsable de producción y comercialización :	
.....	
Formación: .....	
Productos fabricados en el establecimiento	
.....	
Los productos elaborados cuentan con registro sanitario:	
<input type="checkbox"/> SI	N° de Reg.: ..... Fecha de emisión/expiración: ...../.....
<input type="checkbox"/> NO	
Tiempo de actividades en el mercado: .....años/meses	
N° de trabajadores del área de producción:	
Varones	<input type="text"/> Damas <input type="text"/>
N° de personas que se encargan de la manipulación de los productos (almacenamiento y traslado).	<input type="text"/>
N° de Días trabajados a la semana:	<input type="text"/>
N° de establecimientos con los que cuenta: .....	

CARACTERIZACION DE LAS INSTALACIONES INFRAESTRUCTURA																		
Cuenta con un área exclusiva para el almacenamiento de los productos finales.	Si	No	Obs.															
Utiliza algún tipo de aislamiento en el área de almacenamiento de sus productos finales.	Si	No	Obs.															
Las instalaciones donde se ubica el área de almacenamiento o el que haga sus veces tiene algún tipo de ventilación	Si	No	Obs.															
<p>Qué tipo de materiales de revestimiento forman parte de los ambientes que se han dispuestos para conservar los productos antes de su salida a comercialización.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Techos</th> <th>Pisos</th> <th>Paredes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Concreto armado.</td> <td>Piso brick</td> <td>Concreto</td> </tr> <tr> <td>Planchas de tecnopor.</td> <td>Cerámica</td> <td>Mayólica</td> </tr> <tr> <td>Planchas de poliuretano expandido.</td> <td>.....</td> <td>.....</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Techos	Pisos	Paredes	Concreto armado.	Piso brick	Concreto	Planchas de tecnopor.	Cerámica	Mayólica	Planchas de poliuretano expandido.	.....	.....	.....		
Techos	Pisos	Paredes																
Concreto armado.	Piso brick	Concreto																
Planchas de tecnopor.	Cerámica	Mayólica																
Planchas de poliuretano expandido.	.....	.....																
.....																		
<p>Qué equipos de refrigeración utiliza para conservar los productos que elabora.</p> <p>Congeladoras.....Unid.</p> <p>Refrigeradoras.....Unid.</p> <p>Otras .....Unid.</p>																		
<p>Cuál es el nivel de producción mensual que tiene su planta</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PRODUCTOS</th> <th>CANTIDAD MENSUAL – UNID DE MEDIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>				PRODUCTOS	CANTIDAD MENSUAL – UNID DE MEDIDA													
PRODUCTOS	CANTIDAD MENSUAL – UNID DE MEDIDA																	
<p>Cuál es la capacidad que actualmente tiene para conservar sus productos en almacenamiento y por qué periodo de tiempo .....kg .....meses/días</p>																		
<p>Cuál es la temperatura promedio del ambiente externo al lugar donde almacena sus productos ..... °C</p>																		

Indique la cantidad de producción mensual durante los últimos 6 años

Producto/ año	2010	2011	2012	2013	2014	2015

Otras consideraciones mencionadas.

INFORMACIÓN DE LOS PRODUCTOS
A qué temperatura promedio almacena sus productos.....°C
Cuál es el tiempo promedio de rotación de su almacén (están listos para su consumo hasta la fecha que salen a venta).....días
<p>Cuál es el tiempo promedio de vida útil que tienen sus productos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quesos.....meses/días</li> <li>- Yogur.....Meses/días</li> <li>- Mantequilla.....Meses /días</li> <li>- .....Meses/días</li> <li>- .....Meses/días</li> </ul>
<p>Cuál es la temperatura que tienen los productos una vez concluido su proceso de elaboración</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quesos.....°C</li> <li>- Yogur.....°C</li> <li>- Mantequilla.....°C</li> <li>- .....°C</li> </ul>
<p>Qué tipo de material de empaque, envase o embalaje tienen sus productos</p> <p>Papel parafinado</p> <p>Lamina de aluminio</p> <p>Bolsas de polipropileno</p> <p>.....</p>
<p>Cuál es el tiempo promedio de maduración de sus productos antes de estar aptos para su comercialización:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Quesos.....días</li> <li>- Yogur.....días</li> <li>- Mantequilla.....días</li> <li>- .....días</li> </ul>
Utiliza algún tipo de recipiente para almacenar sus productos (cajas, jvas entre otros)
Otras consideraciones mencionadas.

## Guía de observación para verificar y recolectar información para el diseño de la cámara frigorífica.

Observador: .....

Lugar: ..... Fecha: .....

INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA
Tipo de materiales del área de almacenamiento Pisos..... Paredes..... Techo.....
Zonas del área de almacenamiento expuestas al sol Techo Paredes
Dimensiones del espacio físico donde se almacena el producto Largo: .....m Ancho: .....m Alto: .....m
Las paredes del área de almacenamiento cuentan con un aislante térmico: SI, de qué tipo: ..... No
N° de personas que manipulan el producto final .....
Tiempo promedio de trabajo de horas por día: .....
Temperatura promedio del ambiente exterior al área de almacenamiento..... °C Humedad relativa del ambiente exterior al área de almacenamiento.....HR
Temperatura promedio de trabajo de los equipos de refrigeración .....°C
N° de veces que retiran productos de los equipos de refrigeración para destinarlos a su comercialización: .....al día
Cuántas lámparas de iluminación posee el área destinada al almacenamiento: .....Unid. Cuál es la potencia de cada una de ellas : .....Watts
Aspectos resaltantes

Croquis - Detalle de la disposición actual de la planta de producción (señalar disposición de áreas, equipos, fuentes de ventilación e iluminación natural)

Croquis - Detalle del área en el cual se construirá la cámara frigorífica

## ANEXO N° 02: Figuras

Figura N° 1: Principio de refrigeración

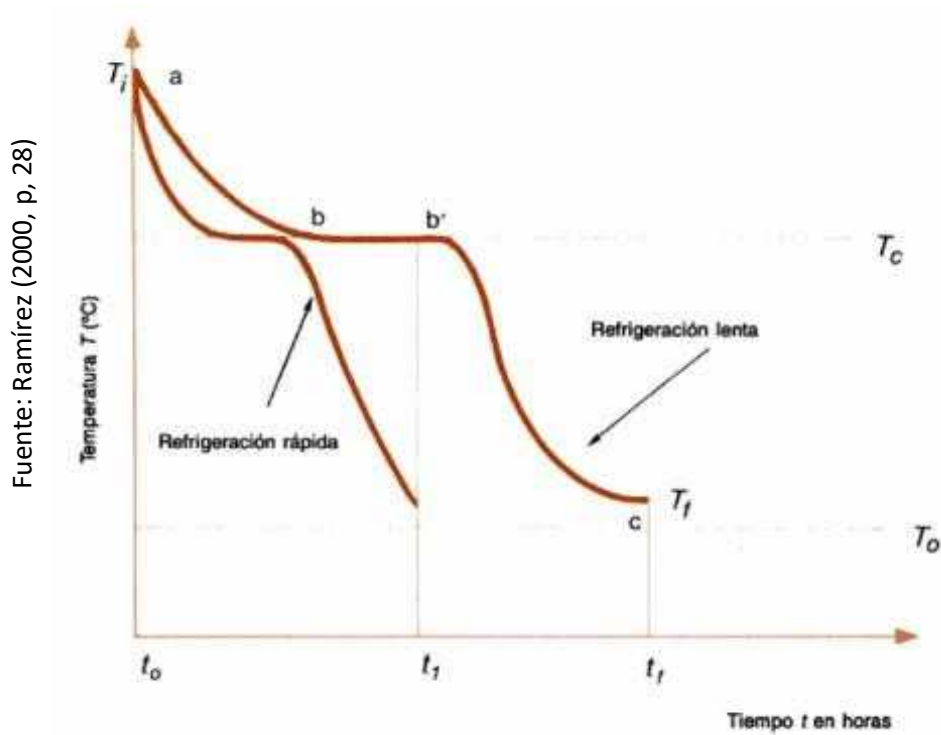


Figura N° 2: Diagrama de Molliere

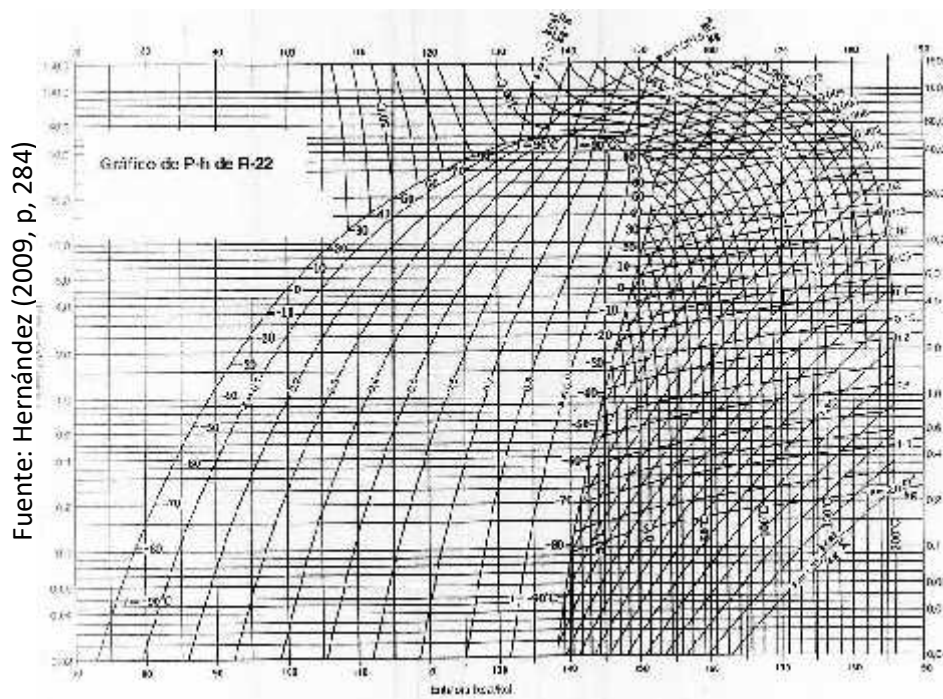




Figura N° 3: Proceso de refrigeración.

Fuente: Giménez (2005, p, 62)

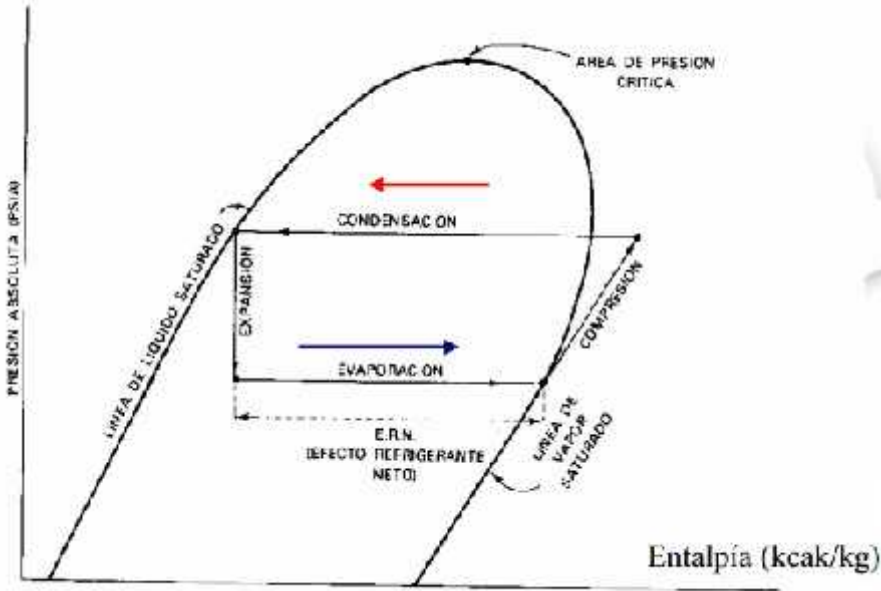


Figura N° 4: Cámara frigorífica

Fuente: Hernández y Rojas (2009, p, 81)



Figura N°5: Sistema de refrigeración por absorción

Fuente: Carl y Salas (1968, p. 160)

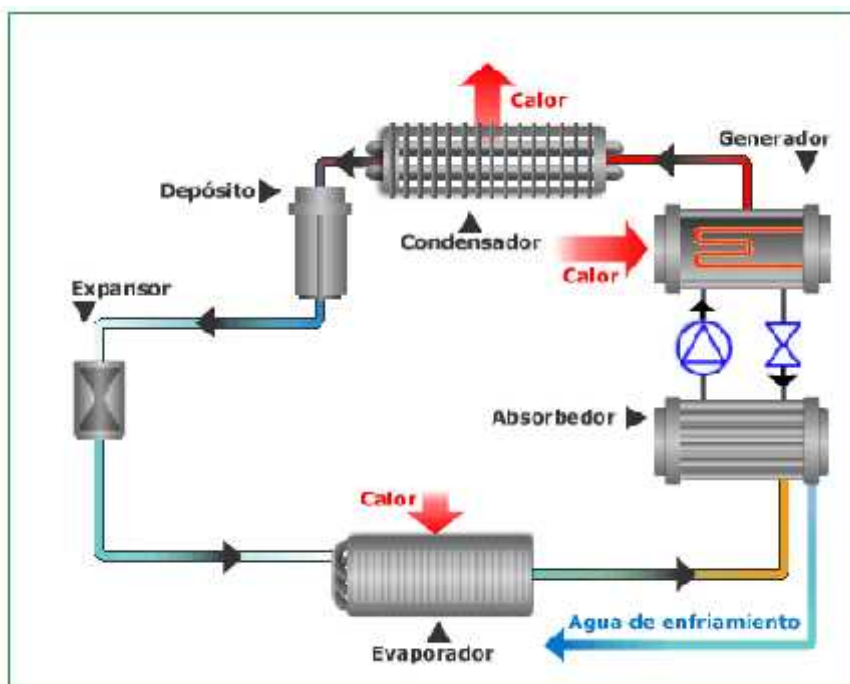
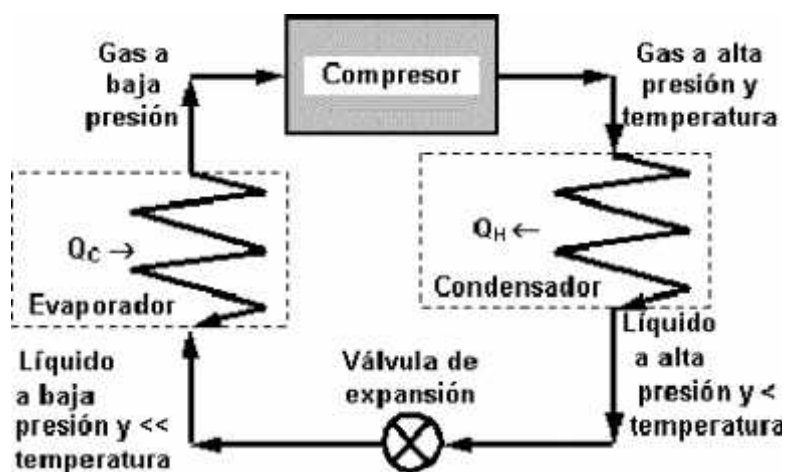


Figura N°6: Sistema de refrigeración por compresión

Fuente: Carl y Salas (1968, p. 162)



**Figura N° 7: Tipos de Compresores**

Fuente: Tecsup (2012, p, 8)



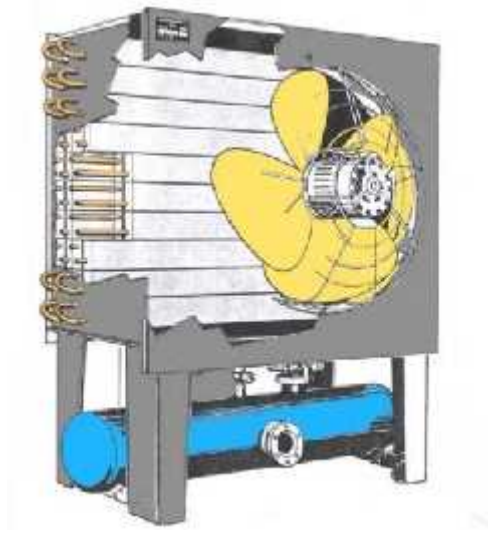
**Figura N° 8: Evaporador de Convección forzada**

Fuente: Tecsup (2012, p, 13)



**Figura N° 9: Condensador enfriado por aire**

Fuente: Tecsup (2012, p. 21)



## ANEXO N° 03: Tablas

**Tabla N° 1: Coeficientes de transmisión de calor**

	Densidad	Temperatura	Conductividad	Conductancia	Resistencia	
	gr/cm <sup>3</sup>	media °C	k	C	Por cm	Total
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN						
Concreto y grava	2.24		148.80		0.01	
Ladrillo común	1.92	24	62.00		0.02	
Ladrillo de fachada	2.08	24	111.60		0.01	
Ladrillo hueco de 2 celdas, 6"		24		3.22		0.31
Bloque de concreto, arena y grava 8"		24		4.39		0.23
Bloque de concreto, cenizas 8"		24		2.83		0.35
Yeso, arena	1.68	24	69.44		0.01	
MATERIALES AISLANTES						
Manta de lana mineral	0.008	24	3.97		0.25	
Manta de fibra de vidrio	0.008	24	3.97		0.25	
Placa de corcho		-27	3.10		0.32	
Placa de fibra de vidrio		-18	2.11		0.47	
Uretano expandido R 11		-18	2.98		0.34	
Poliestireno expandido	0.016	-18	3.10		0.32	
Placa de lana mineral	0.24	24		0.88		1.14
Cubierta de techo aislante de 2"		-18	2.85		0.35	
Relleno suelto de lana mineral		-18	3.97		0.25	
MATERIALES PARA TECHOS						
Techos de asbesto cemento		24		23.24		0.04
Asfalto en rollo para techos		24		32.56		0.03
Techo pre-fabricado de 3/8"		24		14.65		0.07
Tejas de madera		24		5.17		0.19
MATERIALES PARA PISOS						
Alfombras con bajo alfombra de fibra		24		2.34		0.43
Alfombras con bajo de hule espuma				3.95		0.25
Losa de corcho de 1/8"		24		17.58		0.06
Terrazo de 1"		24		61.03		0.02
Loseta asfáltica de vinilo o linoleum		24		97.64		0.01
Subsuelo de madera de 25/32"		24		4.98		0.20
Suelo de madera de 3/4"		24		7.18		0.14

	Densidad	Temperatura media	Conductividad k	Conductancia C	Resistencia por cm	Total
	gr/cm <sup>3</sup>	°C			1 / k	
<b>VIDRIO</b>						
Vidrio plano sencillo				2.39		0.42
Vidrio aislante doble				1.86		0.54
Vidrio aislante triple				2.15		0.47
<i>MATERIALES PARA ACABADOS</i>						
Placa de asbesto cemento	1.92	24	49.60		0.02	
Yeso de 1/2"	0.80	24		10.98		0.09
Triplay	0.54	24	9.92		0.10	
Revestimiento de madera	0.32	24	4.71		0.21	
Fibracel	1.04	24	17.36		0.06	
Filtro permeable al vapor		24		81.53		0.01
<i>MADERA</i>						
Madera biselada de 1 x 8		24		6.00		0.17
Roble, madera dura	0.72	24	13.64		0.07	
Asbesto, pino, madera blanda	0.51	24	9.92		0.10	
<i>VARIOS</i>						
Agua			52.08		0.02	
Nieve				14.88 - 44.64	0.07 - 0.022	
Tierra				89.28 - 155	0.011 - 0.006	

Tabla N° 2: Renovación de aire diario por las aberturas de las puertas para “cámaras negativas” y “cámaras sobre 0 °C”

Volumen de la cámara m <sup>3</sup>	Renovación de aire diario: N° de renovaciones / día		Volumen de la cámara m <sup>3</sup>	Renovación de aire diario: N° de renovaciones / día	
	-	+		-	+
2,5	52	70	100	6,8	9
3,0	47	63	150	5,4	7
4,0	40	53	200	4,6	6
5,0	35	47	250	4,1	5,3
7,5	28	38	300	3,7	4,8
10,0	24	32	400	3,1	4,1
15,0	19	26	500	2,8	3,6
20	16,5	<b>22</b>	600	2,5	3,2
25	14,5	19,5	800	2,1	2,8
30	13,0	17,5	1 000	1,9	2,4
40	11,5	15,0	1 500	1,5	1,95
50	10,0	13,0	2 000	1,3	1,65
60	9,0	12,0	2 500	1,1	1,45
80	7,7	10,0	3 000	1,05	1,30

Tabla N° 3: Ganancias de calor por infiltraciones por aire

kcal/m<sup>3</sup> de aire eliminado en enfriamiento de aire para condiciones de almacenaje encima de cero

Temperatura cuarto de almacén °C	Temperatura del aire de entrada en °C									
	30			32			35		38	
	Humedad Relativa aire de entrada %									
	50	60	70	50	60	70	50	60	50	60
18	5.78	7.56	9.97	8.28	10.41	12.82	11.04	13.71	14.06	17.35
16	7.56	9.17	11.21	10.06	12.19	14.60	12.82	15.49	15.84	19.13
13	9.97	11.93	13.97	12.55	14.77	17.18	15.31	17.89	18.33	21.71
10	11.75	13.71	15.84	14.42	16.64	19.13	17.18	19.76	20.29	23.58
7	13.35	15.40	17.53	16.02	18.33	20.82	18.87	21.54	21.98	25.36
4	15.04	17.09	19.22	17.80	20.11	22.60	20.56	23.32	23.76	27.23
2	16.55	18.60	20.82	19.31	21.63	24.21	22.16	24.83	25.36	28.83

Tabla N° 4: Calor específico de alimentos

	CALOR ESPECÍFICO		Calor de congelación o fusión
	Sobre congelación	Bajo congelación	
	Kcal/ kg . °C	Kcal/ kg . °C	Kcal/ kg
<b>PRODUCTOS DE LECHE</b>			
Chocolate	0,76	-----	20 – 30
Crema dulce	0,85	0,36	47
Helados	0,78	0,45	52
Huevos	0,76	0,40	56
Leche	0,94	0,60	70
Mantequilla	0,63	0,30	47
Queso ( poco grasoso)	0,68	0,40	42
( grasosa)	0,5 – 0,6	0,30	26 - 37
<b>LÍQUIDOS</b>			
Aqua	1	0,50	80
Aceite	0,40	0,35	-----
cerveza	0,90	-----	72

Tabla N° 5: Calor liberado por persona

Temperatura de la cámara °C	Calor liberado por persona Kcal / h
15	154
10	182
5	207
0	233
-5	259
-10	285
-15	311
-20	325
-25	363



Tabla N° 6: Clasificación de los refrigerantes por grupo de seguridad

N° de identificación del refrigerante	Nombre Químico	Fórmula Química	Peso molecular	Punto de ebullición en °C a 1.013 Bar
<b>Grupo primero: refrigerantes de alta seguridad</b>				
R-23	Trifluorometano	CHF <sub>3</sub>	70,01	-82,15
R-123	2,2-dicloro-1,1,1-trifluorometano	CHCl <sub>2</sub> -CF <sub>3</sub>	153,0	27,96
R-124	2 Cloro-1,1,1,2-tetrafluorometano	CHClF-CF <sub>3</sub>	136,5	-12,05
R-125	Pentafluorometano	CHF <sub>2</sub> -CF <sub>3</sub>	120,02	-48,41
R-134a	1,1,1,2-Tetrafluorometano	CH <sub>2</sub> F-CF <sub>3</sub>	102,0	-26,14
R-401A (53/13/34)	Clorodifluorometano (R-22) 1,1-Difluorometano (R-152a) 2 Cloro-1,1,1,2-tetrafluorometano(R-124)	CHClF <sub>2</sub> (53%) CH <sub>3</sub> -CHF <sub>2</sub> (13%) CHClF-CF <sub>3</sub> (34%)	94,44	-33,08
R-401B (61/11/28)	Clorodifluorometano (R-22) 1,1-Difluorometano (R-152a) 2 Cloro-1,1,1,2-tetrafluorometano(R-124)	CHClF <sub>2</sub> (61%) CH <sub>3</sub> -CHF <sub>2</sub> (11%) CHClF-CF <sub>3</sub> (28%)	92,84	-34,67
R-401C (33/15/52)	Clorodifluorometano (R-22) 1,1-Difluorometano (R-152a) 2 Cloro-1,1,1,2-tetrafluorometano(R-124)	CHClF <sub>2</sub> (33%) CH <sub>3</sub> -CHF <sub>2</sub> (15%) CHClF-CF <sub>3</sub> (52%)	101,04	-28,43
R-402A (60/2/38)	Pentafluorometano (R-125) Propano (R-290) Clorodifluorometano (R-22)	CHF <sub>2</sub> -CF <sub>3</sub> (60%) C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (2%) CHClF <sub>2</sub> (38%)	101,55	-49,19
R-402B (38/2/60)	Pentafluorometano (R-125) Propano (R-290) Clorodifluorometano (R-22)	CHF <sub>2</sub> -CF <sub>3</sub> (38%) C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> (2%) CHClF <sub>2</sub> (60%)	94,71	-47,36
R-404A (44/4/52)	Pentafluorometano (R-125) 1,1,1,2-tetrafluorometano (R-134a) 1,1,1-Trifluorometano (R-143a)	CHF <sub>2</sub> -CF <sub>3</sub> (44%) CH <sub>2</sub> F-CF <sub>3</sub> (4%) H <sub>3</sub> -CF <sub>3</sub> (52%)	97,6	-46,69
R-407C (23/25/52)	Difluorometano (R-32) Pentafluorometano (R-125) 1,1,1,2-tetrafluorometano (R-134a)	CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> (23%) CHF <sub>2</sub> -CF <sub>3</sub> (25%) CH <sub>2</sub> F-CF <sub>3</sub> (52%)	86,2	-43,44
R-11	Triclorofluorometano	CCl <sub>2</sub> F	137,4	23,8
R-12	Diclorodifluorometano	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	120,9	-29,8
R-13	Clorotrifluorometano	CClF <sub>3</sub>	104,5	-81,5
R-13B1	Bromotrifluorometano	CBrF <sub>3</sub>	148,9	-58
R-14	Tetrafluoruro de carbono	CF <sub>4</sub>	88	-128
R-21	Diclorofluorometano	CHCl <sub>2</sub> F	102,9	8,92
R-22	Clorodifluorometano	CHClF <sub>2</sub>	86,5	-40,8
R-113	1,1,2-Triclorotrifluorometano	CCl <sub>2</sub> FCClF <sub>2</sub>	187,4	47,7
R-114	1,2-Diclorotetrafluorometano	CClF <sub>2</sub> CClF <sub>2</sub>	170,9	3,5
R-115	Cloropentafluorometano	CClF <sub>2</sub> CF <sub>2</sub>	154,5	-38,7

R-313	Octafluorociclobutano	$C_4F_8$	200	-5,9
R-500	R-12 (73,8%) + R-152a (26,2%)	$CCl_2F_2/CH_3CHF_2$	99,29	-28
R-502	R-22 (48,8%) + R-115 (51,2%)	$CHClF_2/CClF_2CF_3$	112	-45,6
R-744	Anhidrido carbónico	$CO_2$	44	-78,5
N° de identificación del refrigerante.	Nombre químico	Fórmula química	Peso molecular en gramos	Punto de ebullición en° C a 1.013 bar
Grupo segundo: Refrigerantes de media seguridad				
R-30	Cloruro de metileno	$CH_2Cl_2$	84,9	40,1
R-40	Cloruro de metilo	$CH_2Cl$	50,5	-24
R-150	Cloruro de etilo	$CH_3CH_2Cl$	64,5	12,5
R-611	Formiato de metilo	$HCOOCH_3$	60	31,2
R-717	Amoníaco	$NH_3$	17	-33
R-754	Anhidrido sulfuroso	$SO_2$	64	-10
R-1130	1,2-Dicloroetileno	$CHCl = CHCl$	96,9	48,5
Grupo tercero: Refrigerantes de baja seguridad				
R-170	Etano	$CH_3CH_3$	30	-88,6
R-290	Propano	$CH_3CH_2CH_3$	44	-42,8
R-600	Butano	$CH_3CH_2CH_2CH_3$	58,1	0,5
R-600a	Isobutano	$CH(CH_3)_3$	58,1	10,2
R-1150	Etileno	$CH_2 = CH_2$	28	-103,7

Tabla N° 7: Resistencia térmica de algunos materiales de embalaje

Fuente: Ramírez2000, p. 29)

Clase de material	(m² °C/W)
Papel parafinado y encerado	0,0068
Celofán y polietileno	0,0046
Lámina de aluminio recubierta de polietileno	0,0174
Cartón parafinado plegado (0,54 mm de espesor) cubierto con papel de parafina	0,0203
Cajas de cartón perezadas abiertas de 1,5 mm de espesor	0,0203
Cajas de cartón perezadas abiertas con envoltura de polietileno	0,0494
Cajas de fibra ondulada (5 mm de espesor)	0,1767

#### ANEXO N° 04: Proyección de la producción por producto

CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN (Promedio mensual x Año)							
Producto	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Queso (kg)	1100	1500	2000	2600	2750	2800	3000
Yogurt (L)	60	75	85	115	120	135	150
Mantequilla (Kg)	30	40	55	60	60	60	70

En base a la información brindada de la producción en los últimos seis años realizaremos la proyección de ésta para los seis siguientes años utilizando el método de mínimos cuadrados:  $Y = a + bx$

Donde:

$$b = \frac{(\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{N})}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}}$$

$$a = \frac{(\sum Y - \frac{\sum X \sum Y}{N})}{N}$$

Considerando que:

N: es el número de periodos

X: es el periodo

Y: Nivel de producción

#### - Proyección de crecimiento para la producción de quesos kg

AÑO	PERIODO	PRODUCCION	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
2010	1	1100	1	1210000.00	1100.00
2011	2	1500	4	2250000.00	3000.00
2012	3	2000	9	4000000.00	6000.00
2013	4	2600	16	6760000.00	10400.00
2014	5	2750	25	7562500.00	13750.00
2015	6	2800	36	7840000.00	16800.00
2016	7	3000	49	9000000.00	21000.00
SUMATORIA	28	15750	140	38622500.00	72050.00

$$b = \frac{(\sum X - \frac{\sum X}{n})}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{7 * 72050 - 28 * 15750}{7 * 140 - 28^2} = 323.21$$

$$a = \frac{(\sum Y - b \sum X)}{n} = \frac{15750 - 323 * 28}{7} = 958$$

El promedio de crecimiento anual será:

$$r = \frac{b}{\sum X} = \frac{323 * 6}{15750} = 12.3\%$$

Ahora calculamos la proyección de crecimiento de la producción a seis años:

$$Y = a + bx = 958 + 323 (x)$$

AÑO	PERIODO	PROYECCION A SEIS AÑOS
2017	8	Y= 958 + 323 (8) = 3542
2018	9	Y= 958 + 323 (9) = 3865
2019	10	Y= 958 + 323 (10) = 4188
2020	11	Y= 958 + 323 (11) = 4511
2021	12	Y= 958 + 323 (12) = 4834
2022	13	Y= 958 + 323 (13) = 5157

#### - Proyección de crecimiento para la producción de yogurt lt

AÑO	PERIODO	PRODUCCION	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
2010	1	60	1	3600.00	60.00
2011	2	75	4	5625.00	150.00
2012	3	85	9	7225.00	255.00
2013	4	115	16	13225.00	460.00
2014	5	120	25	14400.00	600.00
2015	6	135	36	18225.00	810.00
2016	7	150	49	22500.00	1050.00
suma	28	740	140	84800	3385

$$b = \frac{(\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n})}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{7 * 3385 - 28 * 740}{7 * 140 - 28^2} = 15$$

$$= \frac{(\Sigma - \Sigma)}{7} = \frac{740 - 15 * 28}{7} = 45$$

El promedio de crecimiento anual será:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15 * 6}{740} = 12.16\%$$

Ahora calculamos la proyección de crecimiento de la producción a seis años:

$$Y = a + bx = 45 + 15 (x)$$

AÑO	PERIODO	PROYECCION
2017	8	Y= 45 + 15 (8) = 165
2018	9	Y= 45 + 15 (9) = 180
2019	10	Y= 45 + 15 (10) = 195
2020	11	Y= 45 + 15 (11) = 210
2021	12	Y= 45 + 15 (12) = 225
2022	13	Y= 45 + 15 (13) = 240

#### - Proyección de crecimiento para la producción de mantequilla kg

AÑO	PERIODO	PRODUCCION	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
2010	1	30	1	900.00	30.00
2011	2	40	4	1600.00	80.00
2012	3	55	9	3025.00	165.00
2013	4	60	16	3600.00	240.00
2014	5	60	25	3600.00	300.00
2015	6	60	36	3600.00	360.00
2016	7	70	49	4900.00	490.00
TOTAL	28	375	140	21225.00	1665.00

$$b = \frac{(\sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{n})}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}} = \frac{7 * 1665 - 28 * 375}{7 * 140 - 28^2} = 6$$

$$a = \frac{(\sum Y - b \sum X)}{n} = \frac{375 - 6 * 28}{7} = 30$$

El promedio de crecimiento anual será:

$$\bar{r} = \frac{\sum r}{\Sigma} = \frac{6 * 6}{375} = 9.6 \%$$

Ahora calculamos la proyección de crecimiento de la producción a seis años:

$$Y = a + bx = 30 + 6(x)$$

AÑO	PERIODO	PROYECCION
2017	8	$Y = 30 + 6 (8) = 78$
2018	9	$Y = 30 + 6 (9) = 84$
2019	10	$Y = 30 + 6 (10) = 90$
2020	11	$Y = 30 + 6 (11) = 96$
2021	12	$Y = 30 + 6 (12) = 102$
2022	13	$Y = 30 + 6 (13) = 108$

## **ANEXO N° 05: Detalle del cálculo y diseño de la cámara frigorífica**

### **1. Determinación de los parámetros de diseño**

- *Producto a refrigerar:* queso, yogurt y mantequilla.
- *Temperatura de trabajo:* 6 °C
- *Número de personas que manipulan directamente el producto:* 3
- *Horas por día que trabajan:* 4h
- *Necesidad de almacenaje:* 5500 Kg, proyectado hacia unos 6 años.
- *Movimiento de producto por semana:* 1250kg.
- *Iluminación:* 02 lámparas fluorescentes de 2x36 watts
- *Material de las paredes en las que se ubican los equipos de refrigeración:* concreto armado.
- *Temperatura del producto antes de su conservación:* 27 °C.
- *Temperatura del entorno y humedad relativa:* 31 °C y 70% HR
- *Proyección de dimensiones de la cámara a construir:* 5.6m de largo, 3.6 m de ancho y 2.5 m de alto.
- *Material aislante a emplear para la construcción de la cámara:* Poliuretano expandido de 10 cm de espesor
- *Número de veces en las que se abren y cierran los equipos de refrigeración tanto para ingresar o extraer productos:* 13
- *Paredes expuestas al sol:* Ninguna.
- *Espesor de las paredes:* 20 cm

### **2. Cálculo de la Cámara frigorífica**

Como primer paso se determinará la carga térmica bajo la cual funcionará la cámara, entendiéndose que ésta es igual a la sumatoria de las fuentes de calor causadas por transmisión de calor, infiltraciones de aire, cargas de los productos y cargas suplementarias.

#### **a) Transmisión de calor por paredes techo y piso**

La ganancia de calor a través de las paredes, pisos y cielos rasos varía con el tipo de material de construcción, el espesor de las paredes, el área expuesta al sol y la diferencia de temperaturas entre el espacio a refrigerar y el aire ambiente.



$$= \frac{\Delta}{K}$$

Donde:

k: conductividad térmica, característica del material en:  $K = \frac{W}{m \cdot ^\circ C}$

A: área expuesta en m<sup>2</sup>.

T: diferencia de temperaturas entre el interior de la cámara y el medio ambiente o ante-cámara.

e: espesor de la pared, en cm.

Q: flujo de calor a través de las paredes, techo o piso en kcal/h

Para simplificar la tarea de calcular las pérdidas de calor, la industria ha creado un término llamado (R), resistencia térmica que es lo opuesto al flujo de calor.

$$= \frac{^\circ C \cdot m^2}{W}$$

Al utilizar materiales aislantes **estos** se suman para obtener la resistencia total R total:

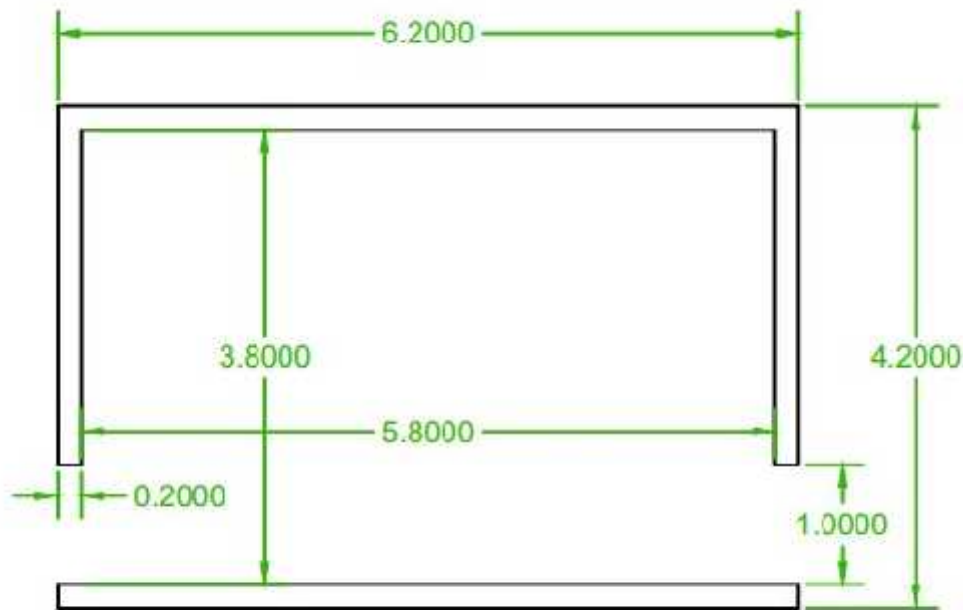
$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

En la tabla coeficientes de transmisión de calor (Ver anexo 03 – Tabla N° 1) se enlistan algunos valores de R con materiales de construcción.

Reemplazando R por K donde R<sub>1</sub>: Resistencia de la pared de concreto de 20 cm de espesor, que según la tabla es igual a 0.23.

$$= \frac{\Delta}{K_1}$$

Hallamos el área de las paredes y techo sin aislante.



Pared norte  $5.80m \times 2.50m = 14.50 m^2$

Pared sur  $5.80 m \times 2.50m = 14.50 m^2$

Pared este  $3.80m \times 2.50m = 9.50 m^2$

Pared oeste  $3.80m \times 2.50m = 9.50 m^2$

Techo  $5.80m \times 3.80m = 22.04 m^2$

Determinamos la ganancia de calor por cada una de las paredes y techo del ambiente donde se ubicará la cámara:

Donde:  $\Delta = (31^\circ - 6^\circ)$

$\Delta = 25^\circ$

- Pared norte

$$= \frac{\Delta}{U_1} \rightarrow = \frac{14.50 \cdot 25^\circ}{0.23 \cdot h^2} = 1576 \quad /h \rightarrow = 1576 \quad /h$$

- Pared sur

$$= \frac{\Delta}{U_1} \rightarrow = \frac{14.50 \cdot 25^\circ}{0.23 \cdot h^2}$$

■

$$\begin{aligned} &= 1576 \\ &\quad /h \rightarrow \\ &\quad \text{■} = \\ &\quad 1576 \\ &\quad \text{■■■■}/h \end{aligned}$$

- Pared este

$$= \frac{\Delta}{R_1} \rightarrow = \frac{9.50^2 \cdot 25^\circ}{0.23} = 1032 \text{ /h}$$

- Pared Oeste

$$= \frac{\Delta}{R_1} \rightarrow = \frac{9.50^2 \cdot 25^\circ}{0.23} = 1032 \text{ /h}$$

- Techo

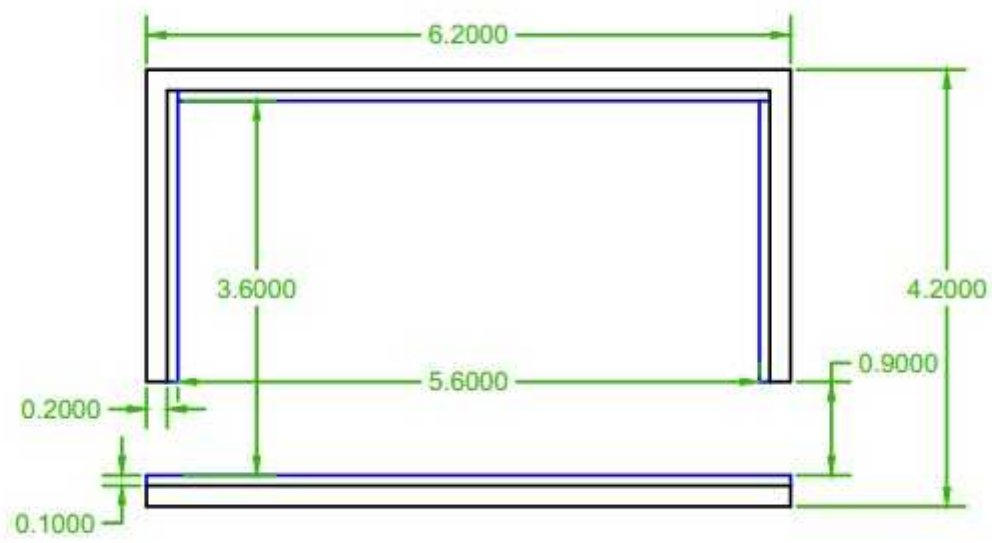
$$= \frac{\Delta}{R_1} \rightarrow = \frac{22.04^2 \cdot 25^\circ}{0.23} = 2395 \text{ /h}$$

Seguidamente determinamos la ganancia total de calor

$$= 1576 + 1576 + 1032 + 1032 + 2395$$

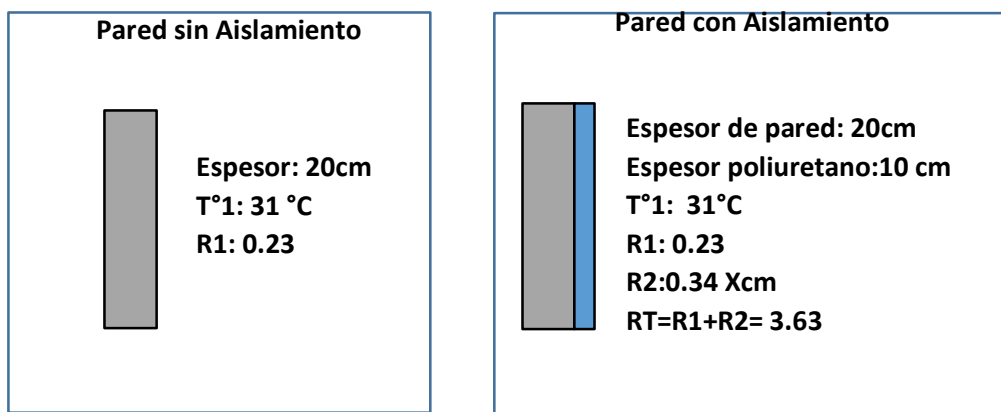
$$Q_T = 7611 \text{ /h sin aislamiento.}$$

Ahora hallamos el área de las paredes y techo con aislante.



Pared norte  $5.60m \times 2.50m = 14.00 m^2$   
Pared sur  $5.60 m \times 2.50m = 14.00 m^2$   
Pared este  $3.60m \times 2.50m = 9.00 m^2$   
Pared oeste  $3.60m \times 2.50m = 9.00 m^2$   
Techo  $5.60m \times 3.60m = 21.16 m^2$

Ahora calculamos la ganancia de calor con aislante de poliuretano de 10 cm de espesor, considerando que la *Resistencia del poliuretano es igual a 0.34 x cm*



Determinamos la ganancia de calor por cada una de las paredes y techo del ambiente donde se ubicará la cámara con la utilización del material aislante:

Donde:  $\Delta = (31^\circ - 6^\circ)$   
 $\Delta = 25^\circ$

- Pared norte

$$Q = \frac{\Delta T}{R_{total}} = \frac{25^\circ}{3.63} = 6.89 \text{ kW} \rightarrow 96.41 \text{ /h} \rightarrow 96.5 \text{ /h}$$

- Pared sur

$$Q = \frac{\Delta T}{R_{total}} = \frac{25^\circ}{3.63} = 6.89 \text{ kW} \rightarrow 96.41 \text{ /h} \rightarrow 96.5 \text{ /h}$$

$$14.0^2 + 25^2 = 96.41 \rightarrow 96.5$$

$$\frac{3.63}{h} = \frac{9.77}{h}$$

- Pared este

$$\Delta = 9.0 \text{ } ^2 \text{ } 25^\circ$$

$$= \frac{\Delta}{l_1} \rightarrow = \frac{9.0 \text{ } ^2 \text{ } 25^\circ}{3.63 \text{ } \frac{h}{m}} = 61.0 \text{ } /h \rightarrow = 62 \text{ } /h$$

- Pared Oeste

$$\Delta = 9.0 \text{ } ^2 \text{ } 25^\circ$$

$$= \frac{\Delta}{l_1} \rightarrow = \frac{9.0 \text{ } ^2 \text{ } 25^\circ}{3.63 \text{ } \frac{h}{m}} = 61.9 \text{ } /h \rightarrow = 62 \text{ } /h$$

- Techo

$$= \frac{\Delta}{l_1} \rightarrow = \frac{20.16 \text{ } ^2 \text{ } 25^\circ}{3.63 \text{ } \frac{h}{m}} = 138.9 \text{ } /h \rightarrow$$

$$= 139 \text{ } /h$$

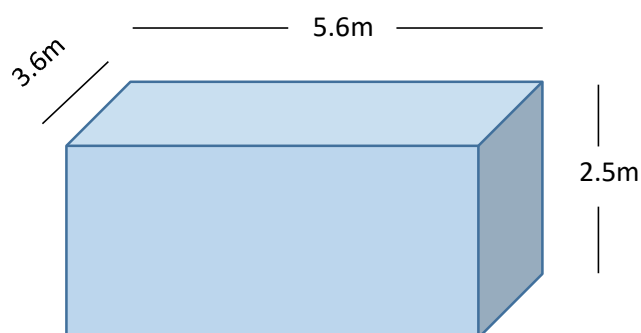
$$= + + \frac{1}{h} + +$$

$$\frac{1}{h} = 96.5 + 96.5 + 62 + 62 + 139$$

$$\frac{1}{h} = 456 \text{ } /h \text{ con aislamiento}$$

**b) Ganancia de calor por infiltraciones de aire.**

Hallamos el volumen interior de la cámara





Volumen = 50.4 m<sup>3</sup>

T° interior = 6 °C T°

exterior = 31 °C Humedad

Relativa = 70 %

De la tabla renovación de aire diario por las aberturas de las puertas, (Ver anexo N° 03 - Tabla N° 2), considerando el volumen de la cámara de 50.4 m<sup>3</sup> y que la cámara tendrá una temperatura encima de cero Celsius (+), encontramos que el número de renovaciones de aire será de 13 por día.

De la tabla N° 3 (Ver anexo N° 03), teniendo en cuenta que la temperatura del área donde se ubicará la cámara es de 31 °C y 70 % de humedad relativa, hallamos que la cantidad de calor eliminado por m<sup>3</sup> será de 22.60 kcal/m<sup>3</sup>.

Entonces resolvemos;

$$Q = 50.4 \text{ m}^3 \times 13 \frac{\text{renovaciones}}{\text{día}} \times 22.60 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3} \rightarrow Q = 14807 \frac{\text{kcal}}{\text{día}}$$

$$= \frac{14807}{24} \rightarrow \approx 617 \text{ /h}$$

### c) Determinar la carga térmica de los productos

La carga total del producto está determinada por la suma de los varios tipos de cargas de una aplicación en particular:

- Calor sensible sobre congelamiento
- Calor latente de congelamiento
- Calor sensible bajo congelamiento

Como la temperatura de trabajo de la cámara es sobre cero, solo se calculará el calor sensible sobre congelamiento y el calor latente de congelamiento.

- **Calor sensible sobre congelamiento**

El calor específico de un producto se define como las kilocalorías (kcal) requeridos para subir 1 °C la temperatura de un 1 kg de la sustancia o producto. Los calores específicos de varios productos están listados en la tabla de calor específico de los alimentos (Ver Anexo 03 – Tabla N° 4)

$$= (t_1 - t_2)$$

Donde:

: K

$$Q_1 : \text{Calor sensible sobre congelamiento}$$

$$Q_2 : \text{Calor latente de congelamiento}$$

$$Q_1 : \text{Calor sensible sobre congelamiento}$$

$$Q_2 : \text{Calor latente de congelamiento}$$

Resolviendo:

$$= 208 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0.68 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} (27^\circ - 6^\circ)$$

$$Q_1 = 208 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0.68 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} (21^\circ)$$

$$Q_2 = 2970 \frac{\text{Kcal}}{\text{kg}}$$

$$Q = \frac{2970 \text{ Kcal}}{24 \text{ h}}$$

$$Q = 124 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

- **Calor latente de congelamiento**

De la tabla N° 4 (Ver anexo 03), hallamos el calor de congelación: 42  
Kcal / kg

$$= 208 \frac{\text{K}}{\text{h}} \cdot 42 \frac{\text{h}}{\text{h}} = 8736 \frac{\text{K}}{\text{h}}$$

$$= 364 \frac{\text{K}}{\text{h}}$$

### Carga total del producto

Está determinado por la suma de los cálculos individuales

$$= 124 \frac{\text{K}}{\text{h}} + 364 \frac{\text{K}}{\text{h}} = 488 \frac{\text{K}}{\text{h}}$$

### d) Determinar la carga térmica por fuentes internas o cargas suplementarias.

*Número de personas que laboran:* 3 personas

*Iluminación:* 02 lámparas fluorescentes de 36 watts cada una

#### - Hallamos la carga térmica por iluminación

Sabiendo que: 1 watt = 0.86 kcal/h

$$Q_{\text{il}} = 72 \cdot 0.86 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} \cdot 10 \frac{\text{h}}{\text{h}} = 619 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} = 26 \frac{\text{K}}{\text{h}}$$

#### - Hallamos la carga térmica por el número de personas y tiempo de trabajo.

De la Tabla N° 5 (Ver anexo N° 03), se halla el calor liberado por persona.

*N° de personas: 3*

*Tiempo de trabajo: 4h*

$$= 3 \times 207 \frac{4 \text{ h}}{h} = 2484 \frac{\text{Wh}}{h} \rightarrow \dot{Q}_s = 103.5 \frac{\text{W}}{h}$$

**Total, de la carga térmica suplementaria:**

$$= 26 \frac{\text{W}}{h} + 103.5 \frac{\text{W}}{h} = 129.5 \frac{\text{W}}{h} = 130 \frac{\text{W}}{h}$$

### Carga térmica total de la cámara

Que está determinado por la suma de las cargas térmicas anteriores

$$= 456 + 617 + 488 + 130 = 1691 \frac{\text{W}}{h} = 1691 \frac{\text{W}}{h} = 6700 \frac{\text{Wh}}{h}$$

### 3. Elección del gas refrigerante

Según podemos observar en la tabla N° 06 (Ver anexo 02), existe gran variedad de gases refrigerantes, clasificados por sus niveles de seguridad, es por ello que se ha optado por considerar como elementos para esta propuesta trabajo a aquellos de alta seguridad, considerando además su disponibilidad en el mercado y compatibilidad con los componentes de refrigeración actuales así como también el que ofrece mejor Cop (Coeficiente de performance), es así que se ha optado por el refrigerante R-134 a (tetrafluoroetano).

El gas refrigerante R134a sustituye al R12 en instalaciones nuevas, ya que tienen un mejor efecto refrigerante, no daña la capa de ozono ya que no

tiene cloro, además de tener gran estabilidad térmica y química, baja toxicidad y de no ser inflamable. No se considera peligroso de acuerdo a

la Directiva 199/45/CE, (directiva relativas a la clasificación, el envasado y el etiquetado de preparados peligrosos)

El índice de toxicidad por inhalación es bajo en seres humanos, en ratas se ha identificado que puede producir ritmos cardiacos anómalos cuando ha existido una exposición prolongada, y en casos de contacto directo por tiempo prologando puede producir congelamiento

A continuación, se detallan algunas de sus propiedades físicas:

<b>PROPIEDADES FÍSICAS</b>		<b>R 134A</b>
Formula química		CH <sub>2</sub> F-CF <sub>3</sub>
Nombre químico		1,1,1,2- Tetrafluoroetano
Peso molecular (Kg/Kmol)		102
Punto de ebullición (°C)		-26.2
Punto de congelación (°C)		-101
Temperatura crítica (°C)		101.1
Presión crítica (bar)		40.67
Densidad crítica (Kg/l)		0.51
Densidad del líquido (25°C) (Kg/l)		1.206
Densidad del líquido (0°C) (Kg/l)		1.293
Densidad del vapor (25°C) (Kg/m <sup>3</sup> )		32.25
Densidad del vapor (0°C) (Kg/m <sup>3</sup> )		14.41
Presión de vapor (25°C) (bar)		6.657
Presión de vapor (0°C) (bar)		216.4
Viscosidad del líquido (25°C) (cP)		0.202
Presión superficial (25°C) (mN/m)		7.9
Solubilidad del R134a en agua (%)		0.15
Capacidad volumétrica refrig. (-25°C) (Kg/m <sup>3</sup> )		1192.11
Inflamabilidad		No

En casos de fugas, la afectación de la salud de los seres humanos es reducida, pero es importante que en casos de detectarse una fuga se abandone el recinto dirigiéndose a lugares ventilados, asimismo no afecta al producto con los cuales pudiese tener contacto, ya que no impregna olores. Las fugas ocasionaran la falta de refrigeración al no poder enfriar de acuerdo a las necesidades, lo que si ocasionará que los productos puedan dañarse por ello se ha considerado la instalación de manómetro de alta y baja presión para detectar alguna fuga.

#### 4. Determinación de los componentes del sistema de refrigeración

A partir del cálculo desarrollado y con la ayuda del software Coolselector 2 se han seleccionado los componentes de refrigeración, ello en función de la



capacidad de refrigeración requerida, de la temperatura de evaporación y condensación, y así como el uso del refrigerante.

Este software no proporciona opciones en función a los requerimientos y de ello se ha elegido los componentes más idóneos que se ajustarían a los requerimientos de trabajo para la empresa. Así mismo se ha considera la utilización de un control de digital de temperatura que nos ofrezca información exacta de los procesos que se dan dentro del ciclo de refrigeración.

<b>COMPONENTES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>			
<b>Cantidad</b>	<b>Componente</b>	<b>Modelo</b>	<b>Observación</b>
02 Unid	Unidad condensadora	OP-HJZ019D49V	Ventilador 220v-60Hz-1Ph
01 Unid	Evaporador	F45HC 1312-E7	LUVE 220v 60Hz 1Ph
01 Unid	Válvula de expansión	T2 - 1	Conexiones 3/8 – 1/2 -1/4
02 Unid	Válvula Solenoide	EVR 3	220v-60Hz-5W
02 Unid	Visor de Liquido	SGP 16s	Conexión flare 3/8
01 Unid	Filtro secador	DML 0.63	Conexión roscado 3/8
01 Unid	Controlador Digital	EKC 102	220v 0.5amp relé
10 m	Tuberías	DIN-EN 22	Cobre D.E 3/8
10 m	Tuberías	DIN-EN 22	Cobre D.E 3/4
10 Unid	Codos de cobre	Para soldar	-
5 Unid	Uniones de cobre	Para soldar	-
01und	Gas R 134a	freón	Botella 13Kg
02	Manómetros	Alta y baja presión	-

A continuación, se detalla cada uno de los componentes y sus principales características:

CARACTERISTICAS DE LA UNIDAD CONDENSADORA		
Modelo	OP-HJZ019D49V	
Código	115F0371	
Modelo de compresor	MTZ19-4	
Gama de productos	Optyma™	
Versión del producto	D49	
Refrigerante.	R134a	
Refrigeración [BTU/h]	8982	
COP refrigeración [W/W]	2.11	
Potencia total [kW]	1.248	
Corriente total [A]	2.924	
Frecuencia [Hz]	60	
Fuente de alimentación	380 V 3 ph	
Tc [°C]	42.1	
Fuente de alimentación	380 V 3 ph	
Flujo másico [kg/h]	84.48	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO OP-HJZ019D49V		
Refrigerante:	R134a	
Evaporating dew point temperature:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura del gas de retorno:	8.0°C	
Temperatura ambiente:	35.0°C	
Subenfriamiento:	2.0°C	
Subenfriamiento adicional:	0.0°C	
Condiciones nominales:	Custom	
Required cooling capacity:	6000 BTU/h	

CARACTERISTICAS DEL FILTRO SECADOR		
Tipo	DML 0.63	
NS	4.76	

Kv [m^3/h]	0.1083	
DP [bar]	0.115	
DT_sat [°C]	0.5	
Velocidad, ent. [m/s]	1.20	
Capacidad de secado a 24.0 °C [kg]	2.909	
Capacidad de secado a 52.0 °C [kg]	2.739	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO DML 0.63		
Refrigerante:	R134a	
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h	
Temperatura de evaporación:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura de descarga:	54.8 °C	
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h	
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h	
Temperatura de condensación:	35.0 °C	
Presión de condensación:	8.868 bar	
Subenfriamiento:	2.0 °C	
Subenfriamiento adicional:	0 °C	
Sistema y línea:	Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase	
Criterios de selección:	Tamaño: DIN-EN SS butt weld / DIN-EN SS 10 (3/8")	

CARACTERISTICAS DE LA VÁLVULA DE EXPASION		
Tipo	T2 - 1	
NS	10	
Rango	N	
Nominal capacity [BTU/h]	6714	
Capacidad mín. [BTU/h]	1629	
Carga [%]	92	
DP [bar]	5.940	
Velocidad, ent. [m/s]	0.19	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO T2 - 1		
Refrigerante:	R134a	
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h	
Temperatura de evaporación:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura de descarga:	54.8 °C	
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h	
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h	
Temperatura de condensación:	35.0 °C	
Presión de condensación:	8.868 bar	
Subenfriamiento:	2.0 °C	
Subenfriamiento adicional:	0 °C	
Sistema y línea:	Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase	
Criterios de selección:	Carga: 100 %. Caída de presión en el distribuidor: 0 bar	

CARACTERISTICAS DE LA VÁLVULA SELENOIDE		
Tipo	EVR 3	
NS	6	
Kv [m^3/h]	0.27	
DP_100 [bar]	0	
DP_min [bar]	0	
Kv_calc [m^3/h]	0.27	
DP [bar]	0.018	
DT_sat [°C]	0.1	
Grado de apertura [%]	-	
Carga [%]	-	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO MTZ022-9		
Refrigerante:	R134a	
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h	
Temperatura de evaporación:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura de descarga:	54.8 °C	
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h	
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h	
Temperatura de condensación:	35.0 °C	
Presión de condensación:	8.868 bar	
Subenfriamiento:	2.0 °C	
Subenfriamiento adicional:	0 °C	
Sistema y línea:	Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase	
Criterios de selección:	Velocidad: 1.00 m/s	

CARACTERISTICAS DEL VISOR DE LIQUIDO		
Tipo	SGP 16s	
NS	15.88	
Kv [m^3/h]	4.58	
DP [bar]	0.000	
DT_sat [°C]	0.0	
Velocidad, ent. [m/s]	0.06	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO MTZ022-9		
Refrigerante:	R134a	
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h	
Temperatura de evaporación:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura de descarga:	54.8 °C	
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h	
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h	
Temperatura de condensación:	35.0 °C	
Presión de condensación:	8.868 bar	
Subenfriamiento:	2.0 °C	
Subenfriamiento adicional:	0 °C	
Sistema y línea:	Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase	
Criterios de selección:	Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 10 (3/8")	

CARACTERISTICAS DE LAS TUBERIAS DE COBRE 3/4		
Tipo	DIN-EN 16	
NS	22	
DP [bar]	0.005	
DT_sat [°C]	0.0	
DP [°C/m]	0.004	
Velocidad, ent. [m/s]	2.54	
Velocidad, sal. [m/s]	2.54	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO MTZ022-9		
Refrigerante:	R134a	
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h	
Temperatura de evaporación:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura de descarga:	54.8 °C	
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h	
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h	
Temperatura de condensación:	35.0 °C	
Presión de condensación:	8.868 bar	
Subenfriamiento:	2.0 °C	
Subenfriamiento adicional:	0 °C	
Sistema y línea:	Sistema de expansión seca. Línea de aspiración	
Criterios de selección:	Tamaño: Soldadura de plata 5% DIN-EN / DIN-EN 20 (3/4"). Longitud: 10.00 m	


CARACTERISTICAS DE LAS TUBERIAS DE COBRE 3/8		
Tipo	DIN-EN 8	
NS	8	
DP [bar]	0.032	
DT_sat [°C]	0.1	
DP [°C/m]	0.013	
Velocidad, ent. [m/s]	0.33	
Velocidad, sal. [m/s]	0.33	
CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL MODELO MTZ022-9		
Refrigerante:	R134a	
Flujo másico en la línea:	39.80 kg/h	
Temperatura de evaporación:	0.0°C	
Presión de evaporación:	2.929 bar	
Recalentamiento útil:	8.0°C	
Recalentamiento adicional:	0°C	
Temperatura de descarga:	54.8 °C	
Capacidad de refrigeración:	6000 BTU/h	
Capacidad de calefacción:	7252 BTU/h	
Temperatura de condensación:	35.0 °C	
Presión de condensación:	8.868 bar	
Subenfriamiento:	2.0 °C	
Subenfriamiento adicional:	0 °C	
Sistema y línea:	Sistema de expansión seca. Línea de líquido con o sin cambio de fase	
Criterios de selección:	Tamaño: Soldadura a tope acero DIN-EN / DIN-EN 10 (3/8"). Longitud: 10.00 m	



## Controlador de temperatura - EKC 102

Diseñado para el control de temperatura y de desescarche con válvula solenoide o de arranque / parada del compresor.



Tensión de alimentación	230 V CA (115 V) +10/-15 %. 1,5 VA		
Sensores	Pt 1000 o PTC (1000 ohmios / 25°C) o NTC-M2020 (5000 ohmios / 25°C)		
Precisión	Rango de medida	De -60 a +99 °C	
	Controlador	±1 K por debajo de -35°C ±0,5 K de -35 a +25°C ±1 K por encima de +25°C	
	Sensor Pt 1000	±0,3 K a 0 °C ±0,005 K por grado	
Display	LED, 3 dígitos		
Entradas digitales	Señal desde las funciones de contacto Requisitos para los contactos: recubrimiento dorado Longitud de cable máx. 15 m Uso de relés auxiliares cuando el cable es más largo		
Cables de conexión eléctrica	Cable multifilar de 1,5 mm <sup>2</sup> de sección máx. para alimentación y relés. Máx. 1 mm <sup>2</sup> en sensores y entradas DI. Los terminales están montados en el circuito impreso.		
 Relés		CE (250 V CA)	UL** (240 V CA)
	DO1. Refrigeración	10 (6) A	10 A (resistiva) 5FLA, 30LRA
	DO2. Alarma / Desescarche / Refrigeración	10 (6) A	10 A (resistiva) 5FLA, 30LRA
	DO3. Ventilador	6 (3) A	6 A (resistiva) 3FLA, 18LRA 131 VA Función piloto
Condiciones de ambiente	De 0 a +55°C, durante el funcionamiento De -40 a +70°C, durante el transporte		
	20-80 % HR, sin condensación		
	Sin golpes ni vibraciones		
Protección	IP 65 desde la parte delantera. Los botones y el embalaje están integrados en la parte frontal.		
Homologaciones	Cumple la Directiva UE de baja tensión y los requisitos de compatibilidad electromagnética en relación con el marcado CE. Cumple la Directiva de baja tensión según EN 60730-1 y EN 60730-2-9, A1, A2 Cumple la Directiva de compatibilidad electromagnética según EN 50082-1 y EN 60730-2-9, A2		

## 5. Determinación de los componentes de la cámara de refrigeración

La cámara de refrigeración será construida con planchas de poliuretano, contará con dos puertas del mismo material, para ello se requerirá los siguientes materiales:

Cantidad	Componente	Descripción
09 Unid	Paneles de poliuretano	110 m x 5m x 0.10m
12 Unid	Ángulos de aluminio	de 2"x 2"x 1/16 "
04 Unid	Perfil U de aluminio	4" x 236"
20m	Cortina de lamas	200mm transparente
60 Unid	Tarugos	de 3/8 x 1/2
60 Unid	Tornillo tirafon	de 1/4 " x 1 "
06 Unid	Silicona color blanco	200ml
04 Unid	Perno esparrago	de 3/8" inoxidable x 39"
16 Unid	Tuerca	de 3/8" inoxidable
16 Unid	Anillo plano	de 3/8 " inoxidable
02 Unid	Equipo fluorescente	220v-60Hz-36W
04 Unid	Bisagras	4 "

## **ANEXO N° 06: Determinación de costos de la cámara frigorífica.**

A partir de las evaluaciones de los precios que ofrece el mercado se ha determinado los siguientes costos:

### **- Costos de los componentes del sistema de refrigeración.**

<b>COMPONENTES DEL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Componente</b>	<b>Costo unitario S/</b>	<b>Costo Total S/</b>
2	Unid.	Unidad condensadora	S/.5,200.00	S/.10,400.00
1	Unid.	Evaporador	S/.3,900.00	S/.3,900.00
1	Unid.	Válvula de expansión	S/.150.00	S/.150.00
2	Unid.	Válvula Solenoide	S/.210.00	S/.420.00
2	Unid.	Visor de Liquido	S/.50.00	S/.100.00
2	Unid.	Filtro secador	S/.45.00	S/.90.00
1	Unid.	Controlador Digital	S/.370.00	S/.370.00
10	Metro	Tuberías	S/.4.70	S/.47.00
10	Metro	Tuberías	S/.16.50	S/.165.00
1	Unid.	Gas R 134a	S/.220.00	S/.220.00
10	Unid.	Codo de cobre	S/.4.00	S/.40.00
5	Unid.	Unión simple de cobre	S/.2.00	S/.10.00
2	Unid.	Manómetros	S/.50.00	S/.100.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/.16,012.00</b>

- **Costos de la estructura de la cámara de refrigeración.**

<b>COMPONENTES DE LA CAMARA</b>				
<b>Cantidad</b>	<b>Medida</b>	<b>Componente</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo total</b>
9	Unid	Paneles de poliuretano	S/.925.00	S/.8,325.00
12	Metros	Ángulos de aluminio	S/.35.00	S/.420.00
4	Unid	Perfil U de aluminio	S/.45.00	S/.180.00
20	Unid	Cortina de lamas	S/.10.00	S/.200.00
60	Unid	Tarugos	S/.0.30	S/.18.00
60	Unid	Tornillo tirafon	S/.0.40	S/.24.00
6	Unid	Silicona color blanco	S/.8.00	S/.48.00
4	Unid	Perno esparrago	S/.15.00	S/.60.00
16	Unid	Tuerca	S/.0.60	S/.9.60
16	Unid	Anillo plano	S/.0.40	S/.6.40
2	Unid	Equipo fluorescente	S/.50.00	S/.100.00
4	Unid	Bisagra	S/.10.00	S/.40.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/.9,431.00</b>

- **Costos de la mano de obra**

<b>COSTO DE MANO DE OBRA PARA LA INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA</b>				
<b>Días</b>	<b>Medida</b>	<b>Componente</b>	<b>Costo Diario S/</b>	<b>costo total</b>
5	8 horas x día	Responsable	S/.200.00	S/.1,000.00
5	8 horas x día	Ayudante 1	S/.150.00	S/.750.00
5	8 horas x día	Ayudante 2	S/.150.00	S/.750.00
5	8 horas x día	Ayudante 3	S/.150.00	S/.750.00
<b>TOTAL</b>				<b>S/.3,250.00</b>

A partir de los cálculos individuales determinamos el costo total incluyendo los costos por imprevistos

COSTO TOTAL	
Componentes del sistema de refrigeración	S/.16,012.00
Componentes de la cámara	S/.9,431.00
Costo de mano de obra	S/.3,250.00
Imprevistos (3%)	S/.860.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/.29,553.00</b>

El costo total de la inversión para implementar la cámara de refrigeración será de S/. 29, 553.00 nuevos soles.

Considerando la proyección de ventas futuras y el precio promedio de los productos, vamos a determinar el Valor Actual Neto, pero debemos aclarar que para el presente caso y debido a la confidencialidad de la información se consideraran como egresos el 65 % de los ingresos brutos, dato proporcionado por el titular de la empresa,

PROYECCION DE CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN (Promedio mensual x Año)							
Producto	Precio	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Queso (kg)	S/.18	3542	3865	4188	4511	4834	5157
Yogurt (L)	S/.5	165	180	195	210	225	240
Mantequilla (Kg)	S/.8	78	84	90	96	102	108

PROYECCION DE CRECIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN (Promedio mensual x Año)							
Producto	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Queso (kg)	S/.54,000	S/.63,756	S/.69,570	S/.75,384	S/.81,198	S/.87,012	S/.92,826
Yogurt (L)	S/.750	S/.825	S/.900	S/.975	S/.1,050	S/.1,125	S/.1,200
Mantequilla (Kg)	S/.560	S/.624	S/.672	S/.720	S/.768	S/.816	S/.864
<b>Ingreso bruto mensual</b>	<b>S/.55,310</b>	<b>S/.65,205</b>	<b>S/.71,142</b>	<b>S/.77,079</b>	<b>S/.83,016</b>	<b>S/.88,953</b>	<b>S/.94,890</b>
<b>Ingreso bruto anual</b>	<b>S/.663,720</b>	<b>S/.782,460</b>	<b>S/.853,704</b>	<b>S/.924,948</b>	<b>S/.996,192</b>	<b>S/.1,067,436</b>	<b>S/.1,138,680</b>
<b>Incremento de los ingresos brutos</b>	<b>-</b>	<b>S/.118,740</b>	<b>S/.71,244</b>	<b>S/.71,244</b>	<b>S/.71,244</b>	<b>S/.71,244</b>	<b>S/.71,244</b>

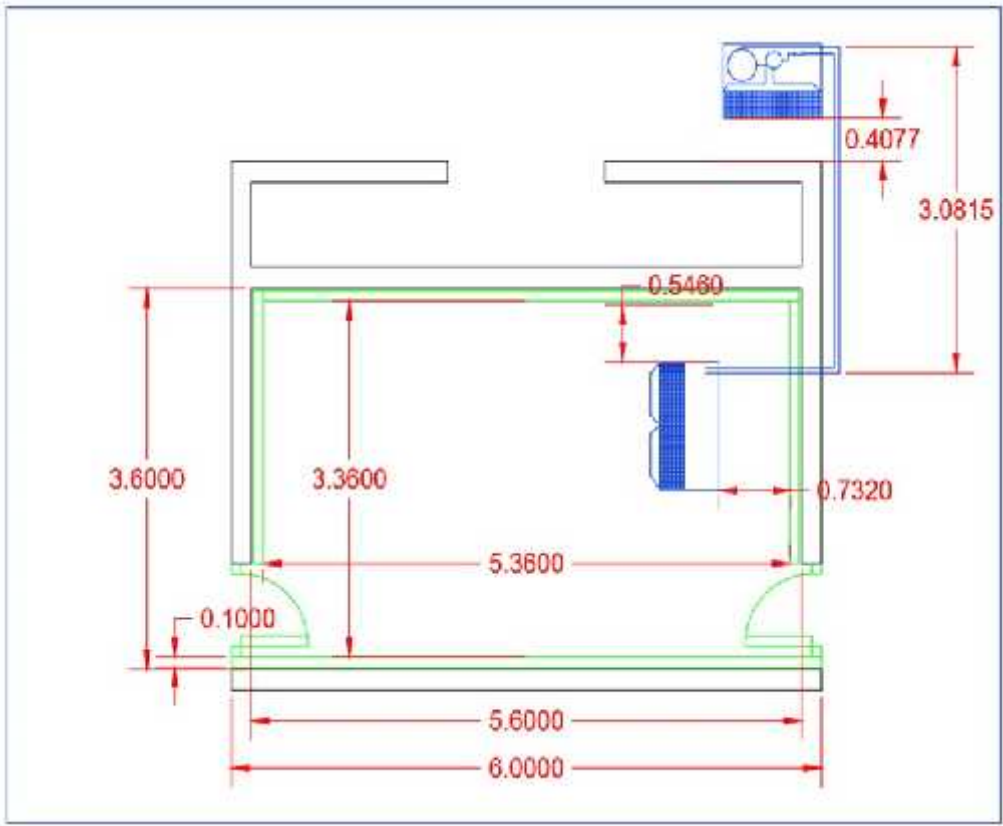
Pues se espera que los costos fijos se mantengan ya que se reducirá el número de personas dedicadas a la manipulación de producto final; que podrán ser destinados a complementar la carga ocasionada por el incremento de la producción. Considerándose los elementos de costo variable, como los de materia prima, envase y embalaje, para la deducción de los ingresos brutos.




Para el cálculo del valor actual neto se ha considera la tasa de rentabilidad más alta ofrecida en el mercado, la misma que es de 8%, de acuerdo al histórico que presenta las Superintendencia de Banca y Seguro, asimismo se está considerando el periodo de vida del proyecto de 6 años, pues es el periodo en el que las dimensiones limitarían el incremento de la producción.

VAN	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ingresos		S/.118,740	S/.71,244	S/.71,244	S/.71,244	S/.71,244	S/.71,244
Egresos		S/.77,181	S/.46,309	S/.46,309	S/.46,309	S/.46,309	S/.46,309
Flujo de Efectivo	S/-.29,553	S/.41,559	S/.24,935	S/.24,935	S/.24,935	S/.24,935	S/.24,935
Tasa rentabilidad	8%						
VAN ANUAL	85399.04						
VAN MENSUAL	7116.59						

De acuerdo al cálculo del valor actual neto anual (85399.04), se señala que el proyecto de inversión sería rentable para la empresa en el caso de ejecutarse.

**ANEXO N° 07: ubicación de componentes en la cámara de refrigeración.**



CÁMARA DE FRIGORÍFICA		Fecha: 28/11/2016
	Paredes del recinto que albergara la cámara	Dibujado: C. Toledo
	Aislamiento térmico de la cámara	Escala
	Ubicación y distribución de equipos	Lámina 02

## ARTÍCULOS CIENTÍFICOS

### **La Refrigeración y la Inocuidad de los Alimentos.**

El refrigerador es una de las piezas de equipo en la cocina para mantener los alimentos inocuos. Estas unidades eléctricas, hoy son tan comunes, que nos olvidamos que alguna vez el refrigerador fue más que una pequeña caja con un bloque de hielo usado para suplir una fuente independiente de aire frío. Pero esto nos recuerda instantáneamente lo importante que es en nuestras vidas, cuando se va la corriente de luz o falla la unidad, poniendo la inocuidad de los alimentos en peligro.

La refrigeración detiene el crecimiento bacteriano. Las bacterias existen dondequiera en la naturaleza. Éstas están en el suelo, aire, agua y en los alimentos que comemos. Cuando estos tienen nutrientes (los alimentos), humedad y temperaturas favorables, éstas crecen rápidamente, aumentando en número hasta el punto donde otros tipos de bacterias pueden causar enfermedades. Las bacterias crecen rápidamente en un rango de temperatura entre 40 y 140 °F, (4.4 °C y 60 °C) la “Zona de Peligro”, algunas duplicándose en número en tan poco tiempo como en 20 minutos. Un refrigerador puesto a 40 °F (4.4 °C) o menos puede proteger la mayoría de los alimentos.

Existen dos tipos de familias de bacterias completamente diferentes: las bacterias patogénicas, la clase de bacterias que causan enfermedades transmitidas por alimentos y las bacterias que deterioran los alimentos, la clase de bacteria que causa que los alimentos se deterioren y desarrollen olores, sabores y texturas desagradables. Las bacterias patogénicas pueden crecer rápidamente en la “Zona de Peligro”, el rango de temperatura entre 40 y 140 °F (4.4 °C a 60 °C), pero que no generalmente afectan el gusto, olor ni la apariencia del alimento. En otras palabras, uno no puede decir que los patógenos están presentes. Las bacterias que deterioran los alimentos pueden crecer a temperaturas bajas, como las del refrigerador. Eventualmente éstas causan que los alimentos desarrollen malos olores y sabores. Mucha de la gente, no escogería comer alimentos deteriorados, pero sí lo hacen, éstos probablemente no los enfermarán. Todo esto se reduce a ser cuestión de calidad versus inocuidad: - Los alimentos que se han dejado por mucho tiempo en el mostrador pueden ser peligrosos para comérselos, pero pueden verse bien. - Los alimentos



que se han almacenado por mucho tiempo en el refrigerador o en el congelador pueden perder calidad, pero generalmente, no enfermarán a nadie. (Sin embargo, algunas bacterias como *Listeria monocytogenes*, crecen mucho a temperaturas frías y si están presentes, con el tiempo se multiplicarán en el refrigerador y podrían causar enfermedades).

### **Refrigeración por absorción. Interés energético e impacto ambiental**

A partir de este principio es posible concebir una máquina en la que se produce una evaporación con la consiguiente absorción de calor, que permite el enfriamiento de un fluido secundario en el intercambiador de calor que actúa como evaporador, para acto seguido recuperar el vapor producido disolviendo una solución salina o incorporándolo a una masa líquida. El resto de componentes e intercambiadores de calor que configuran una planta frigorífica de Absorción, se utilizan para transportar el vapor absorbido y regenerar el líquido correspondiente para que la evaporación se produzca de una manera continua. En los ciclos de absorción hablamos siempre de agente absorbente, designando así a la sustancia que absorbe los vapores, y de agente refrigerante, o agente frigorífico, a la sustancia que se evapora y da lugar a una producción frigorífica aprovechable. Serían absorbentes el agua y la solución de Bromuro de Litio, y refrigerantes el Amoniaco y el agua destilada, en los ciclos de absorción Agua-Amoniaco y Bromuro de Litio-Agua, respectivamente. Para conseguir una mejor compresión del funcionamiento de un ciclo de absorción, haremos una comparación entre este y un ciclo de ARTÍCULO TÉCNICO Refrigeración por absorción. Interés energético e impacto ambiental Por José María CANO MARCOS Ingeniero Industrial. Miembro del Comité Científico de ATECYR Las primeras aplicaciones industriales de los principios termodinámicos de la absorción de un vapor por un líquido, con el fin de conseguir la refrigeración de otro líquido, datan de los primeros años 30. La comercialización a mayor escala de plantas frigoríficas de absorción con ciclo Amoniaco-Agua comienzan en los 40 y la puesta en el mercado de las primeras plantas con ciclo agua-Bromuro de Litio tiene lugar a principio de los 50. Los ciclos de absorción se basan físicamente en la capacidad que tienen algunas sustancias, tales como el agua y algunas sales como el Bromuro de Litio, para absorber, en fase líquida, vapores de otras sustancias tales como el Amoniaco y el agua, respectivamente. \*De las

jornadas técnicas “Climatización 2001” <http://www.energuia.com> refrigeración por compresión mecánica, de uso más extendido y, por tanto más conocido a todos los niveles técnicos.

### **Ingenieros daneses desarrollan el primer refrigerador magnético**

Ingenieros daneses han desarrollado una nueva técnica de refrigeración magnética que revolucionará el mercado del frío, ya que permitirá la construcción industrializada de refrigeradores ecológicos, silenciosos y de menor consumo energético que los modelos actuales. Aunque no es la primera vez que se hace un anuncio de este tipo, sus artífices aseguran que el primer prototipo estará operativo dentro de dos años. La refrigeración magnética es perseguida desde hace años por ingenieros de todo el mundo, ante el encarecimiento de la energía y el aumento de los problemas medioambientales, sin que hasta ahora haya aportado resultados industriales. Por Eduardo Martínez.

Una nueva técnica de refrigeración magnética está siendo desarrollada por ingenieros de los departamentos de pilas de combustible y química de los estados sólidos del Laboratorio Riso en Roskilde, Dinamarca, informa Conpenhagen Capacity.

El prototipo funciona con un ciclo de cuatro tiempos y usa materiales cerámicos, que son estables y duraderos. Además, no tiene partes móviles (compresor), haciendo superior su rendimiento energético. Estará en el mercado dentro de dos años y el gigante danés del sector Danfoss ya se ha interesado para su producción.

Según sus artífices, esta tecnología revolucionará el mercado del frío, ya que permitirá producir refrigeradores ecológicos, silenciosos y de menor consumo, puesto que ahorra hasta una tercera parte de la energía que consumen los refrigeradores actuales.

La refrigeración magnética es una tecnología emergente que utiliza materiales sólidos y no volátiles como componentes activos, así como agua y alcohol como medio para transportar el calor. Una vez que pueda aplicarse

a nivel industrial, producirá una refrigeración no contaminante y energéticamente eficaz a precios competitivos.

Los actuales sistemas (industriales y domésticos) de refrigeración, ya sean frigoríficos, congeladores o aparatos de aire acondicionado, utilizan la compresión y expansión de un gas de forma cíclica. Al comprimirse el gas pasa al estado líquido y al expandirse se evapora de nuevo. Para evaporarse necesita calor, lo extrae del medio y lo enfría.

Sin embargo, este sistema es dañino para el medioambiente, ya que los gases empleados escapan a la atmósfera, incrementan el efecto invernadero y destruyen la capa de ozono. Además, los compresores utilizados no son del todo eficaces. La refrigeración magnética, sin embargo, se basa en las propiedades magnéticas que poseen algunos materiales, conocidas como el efecto magnetocalórico.

## ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

### ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo, **ADANAQUÉ SANCHEZ JOSÉ LUIS**, Docente del curso de desarrollo de Tesis de la Escuela de Ing. Mecánica Eléctrica y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado:

**"DISEÑO DE UNA CÁMARA FRIGORÍFICA PARA INCREMENTAR LA CAPACIDAD DE CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE LA EMPRESA TONGOD CAJAMARCA, 2016"**, Del Bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica:

**CESAR AUGUSTO TOLEDO QUISPE**

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud del 23 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevantes que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, 31 de Agosto del 2017




José Luis Adanaqué Sánchez  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICA  
REG. CIP 125988

---

Docente de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica  
**ING. ADANAQUÉ SANCHEZ JOSÉ LUIS**  
REG. CIP N° 125988

# AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN PROPOSITO INSTITUCIONAL UCV

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE          TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL          UCV</b>	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : de 1
--	--	---

Yo Cesar Toledo Quispe, identificado con DNI N° 41569686,  
 egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica de la Universidad  
 César Vallejo, autorizo (X) , No autorizo ( ) la divulgación y comunicación pública de mi  
 trabajo de investigación titulado  
"Diseño de una cámara frigorífica para inactivación"  
la capacidad de conservación de productos  
lácteos de la empresa TONGDA S.A., 2016

....."; en el Repositorio Institucional  
 de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo  
 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

  
 FIRMA

DNI: 41569686

FECHA: 28 de Setiembre del 2018.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicarrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	---------------------	--------	---------------------------------